

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THESE

N°

193

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

René GUIBOURG

Né le 16 août 1910 à Veneffles (Ille-et-Vilaine)

**CONTRIBUTION A L'ETUDE
DES
COURANTS DE BASSE
FREQUENCE**

Président : M. STROHL, Professeur.

PARIS

LIBRAIRIE MÉDICALE MARCEL VIGNÉ

11 & 13, RUE DE L'ECOLE DE MÉDECINE

1935

THÈSE
POUR LE DOCTORAT
EN MÉDECINE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552810_0046

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THESE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

René GUIBOURG

Né le 13 août 1910 à Veneffles (Ille-et-Vilaine)

**CONTRIBUTION A L'ETUDE
DES
COURANTS DE BASSE
FREQUENCE**

Président : M. STROHL, Professeur.

PARIS

LIBRAIRIE MÉDICALE MARCEL VIGNÉ

11 & 13, RUE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1935

LE DOYEN : G. ROUSSY

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie.....	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	Robert DEBRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.....	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène et médecine préventive.....	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée.....	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	Maurice VILLARET
Clinique médicale	BEZANÇON.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBE.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
Clinique chirurgicale.....	CUNEO.
	GOSSET.
	GREGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique.....	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION
Clinique d'accouchements.....	BRINDEAU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	PROUST.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologie.....	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique.....	SERGENT.
Clinique de la tuberculose.....	N...
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.
Professeurs sans chaire	



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

BENARD (Henri) Pathologie médicale.
 BERNARD (E.) Pathologie médicale.
 BOULIN..... Pathologie médicale.
 BULLJARD..... Histologie.
 CATHALA..... Pathologie médicale.
 CHEVALLIER.. Pathologie médicale.
 DOGNON..... Physique.
 FEY..... Urologie.
 GALLIARD..... Parasitologie.
 GASTINEL..... Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET..... Physiologie.
 GIROUD..... Histologie.
 HAGUENEAU.. Pathologie médicale.
 HALPHEN..... Oto-rhino-Laryng.
 HAZARD..... Pharmacologie.
 HUGUENIN..... Anatomie pathologique
 JOANNON..... Hygiène.
 LABBE (Henri). Chimie biologique.
 LACOMME..... Obstétrique.
 LANTUEJOUL. Obstétrique.

MM-

LAROCHE (Guy) Pathologie médicale
 LEMAIRE..... Pathologie expérimentale.
 LEVEUF..... Pathologie chirurgicale
 Mlle J. LEVY.. Pharmacologie.
 LEVY-VALENSI Neurologie et Psychiâ-
 trie.
 MOREAU..... Pathologie médicale.
 MOULONGUET. Pathologie chirurgicale
 MOUQUIN..... Pathologie médicale.
 OBERLING..... Anatomie pathologique
 PETIT-DUTAILLIS.. Pathologie chirurgicale
 PIEDELIEVRE . Médecine légale.
 PORTES..... Obstétrique.
 RICHET..... Physiologie.
 SANNIE..... Chimie biologique.
 SENEQUE..... Pathologie chirurgicale
 TROISIER..... Pathologie expérimentale
 TURPIN..... Pathologie médicale.
 VIGNES..... Obstétrique.
 WILMOTH..... Pathologie chirurgicale

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE pour le service des examens

MM.

ALGLAVE..... Pathologie chirurgicale
 BUSQUET..... Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.

MM.

LEROUX..... Anatomie pathologique
 NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.
 ZIMMERN..... Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE A TITRE PERMANENT

MM.
 ABRAMI Clinique médicale.
 ALAJOUANINE. Clinique médicale.
 AUBERTIN..... Clinique médicale.
 BRULE Clinique médicale.
 CHABROL Clinique médicale.
 CHIRAY Clinique médicale.
 DONZELOT Clinique médicale.
 DUVOIR Clinique médicale.
 HARVIER..... Clinique médicale.
 LIAN Clinique médicale.
 VALLERY RADOT
 (Pasteur) Clinique médicale.
 SEZARY Clinique médicale.

MM.
 BASSET Clinique chirurgicale.
 BROCC Clinique chirurgicale.
 CADENAT Clinique chirurgicale.
 GATELLIER Clinique chirurgicale.
 HEITZ-BOYER.. Clinique chirurgicale.
 MOCQUOT Clinique chirurgicale.
 MOURE Clinique chirurgicale.
 QUENU..... Clinique chirurgicale.
 SCHWARTZ Clinique chirurgicale.
 VELTER Clinique chirurgicale.

MM.
 GUENIOT..... Clinique obstétricale.
 LE LORIER Clinique obstétricale.
 LEVY-SOLAL ... Clinique obstétricale.
 METZGER..... Clinique obstétricale

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.
 CHAILLEY-BERT, agrégé..... Education Physique.
 LEDOUX-LEBARD..... Radiologie clinique.
 WEILL-HALLE Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE

A MA MÈRE

A MA SOEUR

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MON AMI
MONSIEUR LE DOCTEUR BERNARD
MÉDECIN CAPITAINE
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ D'ÉLECTROTHÉRAPIE
ET DE RADIOLOGIE

A qui nous devons notre familiarisation à l'électrothérapie médicale et dentaire.

Avec l'assurance de notre profonde gratitude.

A MONSIEUR LE DOCTEUR MARQUIS
PROFESSEUR DE CLINIQUE CHIRURGICALE
DIRECTEUR DU CENTRE ANTICANCÉREUX DE RENNES

*Dont nous avons été l'interne.
Qu'il veuille bien trouver
ici l'expression de nos vifs
remerciements pour ses excel-
lents conseils, ainsi que l'assu-
rance de nos sentiments très
respectueux.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR CHENET
A MONSIEUR LE DOCTEUR LE DAMANY
PROFESSEURS A L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE RENNES

*Dont nous avons été l'externe.
En les remerciant de l'accueil
charmant qu'ils nous ont tou-
jours réservé.*

A MES MAÎTRES DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
ET DE L'HÔTEL-DIEU DE RENNES

*Hommage de sincère recon-
naissance.*

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR STROHL
PROFESSEUR DE PHYSIQUE MÉDICALE
A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

*Qui nous a fait le grand
honneur d'accepter la présidence :
de notre thèse.*

*Nous le prions de trouver
ici l'expression de notre respec-
tueuse gratitude.*

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION

Il n'a été fait jusqu'à ce jour aucune thèse résumant tous les travaux parus sur les courants de basse fréquence depuis les premières études qu'en fit D'Arsonval; les travaux de Kaplan Lapina, (thèse de Paris 1893) et de Marquès (1898), n'ayant porté que sur la gynécologie. Nous pensions d'abord présenter une étude au point de vue uniquement odontostomatologique, nous étant toujours intéressés à cette spécialité médicale et aux possibilités électrothérapiques qui s'y font jour de plus en plus. Notre attention avait été également attirée par l'ionophorèse, méthode de traitement remarquable des racines infectées, dont l'appareillage utilise maintenant certaines modalités de courants de basse fréquence. Puis, après avoir compulsé l'amusante histoire de ces courants jadis appréciés puis abandonnés en France pendant plus de vingt ans à l'exception du faradique

et repris à nouveau par plusieurs auteurs depuis peu ; après avoir lu également une récente communication de Marqués déclarant que « les effets analgésiques des courants ondulatoires méritaient que ce genre de thérapeutique électrothérapique sorte de l'oubli » ; après avoir enfin été amenés à pratiquer des applications d'ordre médical de ces courants ; nous avons décidé d'en faire une étude aussi générique que possible, en insistant tout particulièrement sur les formes d'ondes utilisées par nous en thérapeutique et les résultats que l'on peut en obtenir.

DÉFINITION

Les courants de basse fréquence sont des courants électriques à l'état variable et périodiques, caractérisés, de façon générale par leur fréquence (comprise entre quelques dizaines et quelques milliers de périodes par seconde), et pour chacun d'eux par la forme de leur courbe représentative.

Les limites de la basse fréquence sont purement conventionnelles, situées au-dessus des courants à longue périodes de Delherm et Laquerrière, au-dessous des courants de moyenne fréquence (quelques dizaines de milliers de périodes par seconde), courants peu utilisés en thérapeutique et étudiés récemment par Amiot. Au-dessus, nous trouverons les courants de haute fréquence de D'Arsonval, pour aboutir à la très haute fréquence appelée aujourd'hui ondes courtes.

Les ondulations électriques de basse fréquence peuvent être de formes les plus diverses, alternatives ou non, régulières ou dissymétriques, brèves ou étalées, rapprochées ou éloignées. Nous en étudierons plus loin les modalités.

CHAPITRE II

HISTORIQUE

L'historique des courants de basse fréquence aurait pu prendre dans notre thèse une place très grande si nous nous étions attachés à résumer les auteurs nombreux, français et étrangers, qui ont étudié ce grand chapitre électrique, et si nous avions voulu traiter séparément l'histoire des multiples formes de ces courants.

A quoi bon aussi décrire tous les appareillages utilisés jadis, abandonnés maintenant pour la plupart ; depuis la bobine faradique, les onduleurs de Larat, Nicoletis, Leduc, la machine dynamo-faradique de Gaiffe l'onduleur rhéotrope, celui de Bordier, jusqu'aux onduleurs plus récents, celui de Mittendorf, le tonisateur, l'interrupteur à Hg de Brilloin-Zimmern, et l'interrupteur onduleur de Belot ? Tous ces appareils donnent des formes de courant qui ne correspondent plus à la conception actuelle de la physique moderne.

Jugeant, quant à nous que l'intérêt thérapeutique des courants de basse fréquence réside dans l'utilisation d'ondes sinusoïdales ou similaires, nous ne parlerons pas ici des travaux publiés sur les courants faradiques, mais de ceux moins connus qui ont suivi les publications d'Arsonval de 1891 et 1892.

En janvier 1892, en effet, apparaît l'expression créée par D'Arsonval de « *voltatisation sinusoïdale* ». En avril de la même année on peut lire du même auteur une communication *Sur les effets physiologiques de l'état variable en général, et des courants alternatifs en particulier*.

Nous aurons au cours de notre étude à reparler de ces communications dont les conclusions n'ont pas été infirmées depuis, et à décrire l'appareillage qui lui permettait de produire ces courants et l'oscillographe qui lui permettait de les étudier. Poussant plus loin ses expériences *Sur les effets physiologiques de la voltatisation sinusoïdale*, celui qui était déjà le père de la haute fréquence, n'hésite pas à déclarer dès 1893 que le courant sinusoïdal « est jusqu'à présent le médicament par excellence de la douleur ».

Parallèlement aux études physiques et physiologiques que D'Arsonval entreprend sur ces courants, Apostoli commence déjà à les utiliser en gynécologie (Congrès de Bruxelles 1892). Ses élèves Kaplan-Lapina (en 1893) puis Marquès (en 1898) devaient dans leurs

thèses présenter les résultats concluants d'applications faites soit avec du courant sinusoïdal, soit avec du courant ondulatoire. Marquès surtout dont l'expérience clinique de ces courants était déjà grande dans cette spécialité, nous résume d'une façon particulièrement complète les indications et les contre indications de la basse fréquence. Et cette étude nous sera d'autant plus utile qu'elle n'a pas été reprise depuis.

Mais entre temps on applique déjà la basse fréquence en dehors de la gynécologie et en 1897 nous notons une communication d'Apostoli *Sur les applications nouvelles du courant ondulatoire en thérapeutique générale*. Après D'Arsonval, cet auteur remarque l'action « de massage profond interstitiel » : d'où l'effet analgésique et décongestif obtenu, mais note « son échec dans les troubles fonctionnels directement tributaires d'une maladie de la moelle et des centres nerveux ».

Faisant suite aux observations de Planet et Charvin sur la faradisation des entorses, nous relevons en 1901 l'article très intéressant publié par Laquerrière sur *Les courants sinusoïdal et ondulatoire dans le traitement des entorses*. Cet auteur obtenait déjà des résultats semblables à ceux que nous produirons, constatant, comme nous l'avons fait, l'avantage que présentent le sinusoïdal et l'ondulatoire sur le

faradique, d'être plus efficaces et moins douloureux.

Dans les années qui suivent, les travaux de Marqués (1903), Laquerrière (1907), Delherm et Laquerrière (1908) Bordet (1908) montrent l'intérêt que l'on apporte à l'étude et à l'application de ces courants en électrothérapie. C'est alors que se manifeste un arrêt brutal dans l'histoire de ces courants. Delherm et Laquerrière nous en donnent comme explication l'inexistence d'appareillages pratiques.

A partir de 1908, en effet, un silence absolu se fait en France sur les courants sinusoïdal ou ondulatoire, malgré les résultats qu'on en obtenait. Le faradique cependant, quoique perdant sa grande popularité du début devait rester dans l'outillage thérapeutique pour deux raisons, croyons-nous, la simplicité des appareillages nécessaires à son obtention et son utilité en électro-diagnostic.

Mais pourquoi cet abandon de la basse fréquence ? C'est qu'alors la haute fréquence était apparue permettant l'application de très hautes intensités, et les électrothérapeutes ont cru que les effets physiologiques devaient croître avec l'intensité.

L'histoire devait leur donner raison jusqu'au jour où la perfection des appareillages électriques arriva à éliminer complètement le courant de basse fréquence qui pouvait encore être produit en parasite à

côté du courant de haute fréquence. Et après plus de vingt-quatre années il nous faut arriver en 1932 pour voir Loubier constater que la diathermie ne guérit plus les névrites et, dans certains cas, en exacerbe au contraire les douleurs si on commet l'erreur, comme le fait remarquer Duhem, de pousser l'intensité « jusqu'à la limite de tolérance ». D'autres électrothérapeutes à la même époque, constatant l'absence d'efficacité des appareils récents de haute fréquence dans certains cas, revenaient à des appareils plus primitifs (appareils à éclateur). On pourrait objecter que la basse fréquence parasite que donne les appareils anciens de diathermie ne peut être la cause des effets antalgiques produits, étant en quantité tellement minime par rapport à la haute fréquence. Mais, comme le fait remarquer Bernard, alors que la haute fréquence n'a aucune action sensitive ou motrice, et n'a d'action thermique qu'avec de hautes tensions ou de hautes intensités (des milliers de volts ou des milliers de milli-ampères), la basse fréquence a des actions physiodynamiques considérables sous de basses tensions et avec de basses intensités (quelques volts et quelques millis). Et il suffit à la basse fréquence de représenter un millième ou même un dix-millième de l'énergie utilisée en haute fréquence pour que son action soit de premier plan dans certaines applications de diathermie. L'expérience a montré

que vouloir bannir tout effet de faradisation des ondes de haute fréquence pouvait être une erreur lorsqu'on ne recherche pas une action purement diathermique. Et ceci a amené Bernard d'abord, puis d'autres encore récemment, à créer des appareillages ne comportant que la basse fréquence. Nous nous permettrons ici d'ouvrir une parenthèse : connaissant d'une part la valeur incontestée de la diathermie ou des ondes courtes dans le traitement de certaines affections, d'autre part les résultats que seule la basse fréquence arrive à donner dans certains autres cas, et sachant que l'une réussit très souvent ou l'autre a échoué (et réciproquement), nous croyons devoir affirmer qu'il ne faut pas opposer systématiquement ces formes de courant, mais au contraire rechercher à compléter les effets de l'un par ceux de l'autre. Peut-être même, possèderons-nous un jour des appareils donnant simultanément ces divers courants avec la possibilité de mesurer séparément les deux éléments haute fréquence et basse fréquence.

L'étude des courant sinusoidaux et des courants qui en dérivent a été reprise en 1931 par Bernard sur des données nouvelles, grâce à la possibilité que l'on a maintenant d'obtenir des courants parfaitement définis. « *Les effets physiques et physiologiques du courant ondulé* », que cet auteur a pu alors cons-

tater l'ont poussé à rechercher des formes de courants plus actives encore ; c'est ainsi qu'il a présenté son courant continu « *faiblement ondulé* » (1932) qu'il appelle maintenant « *ondulatoire amorti* » et dont il a noté l'action antalgique remarquable. En 1934, il a été amené à présenter son courant « *diadynamique* » que nous verrons être un courant pratiquement didiphasé, mais avec des caractéristiques spéciales, et qui s'est montré supérieur aux autres ondes dérivées du sinusoïdal. Toutes ces formes de courants présentent d'ailleurs l'avantage d'être du fait de la progressivité de l'onde plus tolérables que le faradique, d'être mesurables, de n'être subordonnées à aucun organe mécanique (vibreur, interrupteur), d'avoir enfin des actions physiologiques supérieures. C'est en utilisant ces diverses modalités de sinusoïdal que nous avons obtenu les résultats cliniques que nous citerons par la suite.

C'est en 1932, croyons-nous, que pour la première fois Laville parle de *Négatation électrique*, titre d'une méthode qu'il devait résumer d'une façon plus complète en 1934 en collaboration de Aubourg et Le Go. Nous verrons bientôt que ce courant de négatation n'est qu'une forme de basse fréquence et dérive des « ondes rectangulaires ». En effet, l'électropulsateur qu'ils utilisent a été combiné pour délivrer

« des doses physiologiques » d'électricité sous forme de courtes décharges, à basse tension, et très faible intensité. Cet appareil fonctionne à fréquence variable « en deçà et au delà de 72 pulsations par seconde », et leur a donné des résultats intéressants. Ils se sont servi de ces ondes rectangulaires pour obtenir de curieux réflexes vertébro-viscéraux, et pour traiter des algies et névrites. Mais dans ce dernier cas, les statistiques de succès que donne L'Aville nous semblent inférieures à celles que nous avons pu obtenir avec les courants sinusoidaux.

Plus récemment encore, en décembre 1934, Le Go, semblant renoncer à ces courants présente une étude de nouveaux courants dits « *exponentiels* » auxquels il attribue en définitive des effets à peu près semblables à ceux des ondes sinusoidales, c'est-à-dire action analgésique et trophique, pouvoir d'excitation de la musculature lisse et action modificatrice du métabolisme général.

Il nous a été très difficile de rassembler une documentation précise et complète sur les travaux qui ont été faits à l'étranger sur les courants de basse fréquence et particulièrement sur des courants sinusoidaux. Les auteurs anglais, allemands et suisses que nous avons lus nous ont permis cependant de voir que l'utilisation de semblables courants a été poussée

assez loin en Angleterre et en Allemagne. Orthmann et Bröse ont fait des applications gynécologiques à Berlin, à peu près dans le même temps qu'Apostoli à Paris. Gradenwitz (1911) s'est intéressé à l'anesthésie électrique. Plus tard, Von Zeyneck, Kowarschik, ont utilisés ces courants. Nous avons relevé dans une communication de Gunsett et Zimmermann de Strasbourg l'emploi de ces courants dans l'armée allemande pendant la guerre « sous forme de torpillage ». Ils auraient été dans certains cas mortels, ce qui ne peut nous étonner sachant que le bain électrique est très utilisé en Allemagne comme en Angleterre d'ailleurs.

De l'autre côté du Channel, nous avons trouvé l'étude de Herschell (1903) sur *Les courants polyphasés en électrothérapie*, étude qui nous a rappelé certains travaux de D'Arsonval. Lewis Jones en 1906 décrit et utilise les ondes sinusoïdales, en même temps que Ruhmer nous fournit un véritable oscilloscope en utilisant un « vacuum tube ». Enfin, chose curieuse, alors qu'en France la basse fréquence était presque oubliée, Cumberbatch en 1929 continue à décrire le sinusoïdal, à le conseiller, et à l'employer dans son service plutôt que le faradique; mais sa méthode préférée d'application semble encore le bain électrique. C'est également par un massage interne qu'il en explique le mécanisme d'action dans les productions inflammatoires.

En terminant ce bref historique, il nous revient à l'esprit une phrase que Marquès prononçait en juin 1934 à la Société française d'électrothérapie, et dans laquelle l'auteur fait allusion à sa thèse vieille de trente-six ans : « Les effets analgésiques vraiment remarquables des courants ondulatoires dans la sédation des douleurs méritent donc que ce genre de thérapeutique électrothérapique sorte de l'oubli ». Cette phrase nous semble très bien résumer l'état actuel de la question.

CHAPITRE III

BASES PHYSIQUES

ÉTUDE OSCILLOGRAPHIQUE DES COURANTS DE BASSE FRÉQUENCE

- I. *L'oscillographe de D'Arsonval.*
- II. *Les ondosopes de Bernard.*
- III. *L'oscillographe à rayon cathodique.*

A l'encontre de la haute fréquence, la basse fréquence a une action sur la sensibilité. La perception de la basse fréquence ne se fait pas par l'intermédiaire d'un sens propre mais par toutes les terminaisons sensitives ou sensorielles, chacune transmettant l'impression qui lui est propre (le nerf optique donne par exemple une sensation lumineuse). Cette sensibilité permet une appréciation relative de l'intensité, de la fréquence, et jusqu'à un certain point, par une éducation suffisante, de la forme des ondes.

Ainsi que nous le verrons, certaines formes d'ondulations de basse fréquence ne peuvent être mesurées dans leur intensité autrement que par des indications fictives d'appareils. La fréquence et la forme des ondes peuvent être connues par la nature du générateur. Mais il convient malgré tout de pouvoir les contrôler à l'aide d'appareils appropriés et c'est là le rôle des oscillographes et ondosopes.

Ces appareils sont classiquement des galvanomètres enregistreurs à indications très rapides, inscrivant directement la courbe d'un courant en fonction du temps.

Pour réaliser un bon oscillographe, il faut s'efforcer d'augmenter le couple directeur et de diminuer le moment d'inertie. De plus, l'appareil ne doit ni enregistrer ses oscillations propres ni étouffer les variations trop rapides du courant car les courbes obtenues seraient arrondies.

I. L'OSCILLOGRAPHE DE D'ARSONVAL

Le premier en date de ces appareils est de D'Arsonval, qui l'appelait d'ailleurs « galvanographe ». Il utilisait le principe du déplacement dans un champ magnétique d'une self parcourue par le courant variable. Pour inscrire à distance ce déplacement et

l'amplifier; la bobine était suspendue à la membrane de caoutchouc d'un tambour de Marey. Ce premier tambour était relié à un second tambour amplificateur portant un levier inscripteur se déplaçant sur un cylindre enfumé. Il obtenait donc ainsi l'amplitude et la forme du courant. Cet appareil est en principe assez sensible pour permettre l'inscription des ondes de basse fréquence et même les irrégularités que peuvent présenter ces ondes. Grâce à lui, D'Arsonval a pu montrer que certaines ondes que l'on croyait sinusoïdales étaient en réalité irrégulières.

Toutefois, deux grandes causes d'erreurs intervenaient dans la lecture des courbes, le jeu des tambours de Marey et l'inertie du bras de levier mécanique qui empêchaient l'inscription des harmoniques supérieures ou des fréquences plus rapides, et telle forme d'ondulation pouvait paraître régulièrement progressive qui, en réalité, s'effectuait en escalier.

II. LES ONDOSCOPIES DE BERNARD

Dans le but de supprimer l'inertie du levier et de pousser plus avant la précision, Bernard utilise un levier optique qui permet de faire non seulement l'ondographie, mais aussi l'ondoscopie.

Bernard a réalisé deux modalités de cet ondoscope.

Dans la première, l'équipage mobile, soumis à l'influence des variations magnétiques produites par les variations électriques, est une bobine mobile se déplaçant dans un champ magnétique fixe. Le courant variable parcourt la bobine. Quant au champ magnétique fixe, il est formé par un puissant électro-aimant alimenté par du courant continu; sa forme est en couronne entre deux pôles concentriques et c'est dans l'espace interpolaire cylindrique qu'est disposée la bobine mobile dont la self doit être assez faible pour ne pas amortir les ondulations électriques. Pour étudier les variations d'intensité cette bobine doit avoir une résistance ohmique faible et être disposée en série dans le circuit. La bobine subit des déplacements sur son axe suivant le sens du courant et sa position à chaque instant est déterminée par un équilibre de deux forces, l'énergie électrique qui parcourt la bobine, d'une part, le couple de torsion du ressort qui soutient celle-ci, d'autre part. L'inertie de ce système mobile est assez faible pour suivre par des déplacements précis et sans distorsion les variations électriques de basse fréquence. Un miroir extrêmement léger est articulé sur la bobine mobile, il possède par ailleurs un point fixe dans l'espace. Ce miroir va donc subir des angulations en rapport avec le courant.

La seconde modalité réalisée par Bernard comporte un équipage mobile réalisé de la façon suivante : un mince disque d'acier poli joue le rôle de miroir ; ce disque est articulé suivant son diamètre et soumis à l'action de deux champs perpendiculaires, l'un fourni par un électro-aimant, l'autre par une bobine que parcourt le courant à étudier.

Lorsqu'aucun courant ne passe dans la bobine la lame d'acier est parallèle aux lignes de force de l'aimant. Lorsque le courant circule, le miroir d'acier dévie et son angle de rotation est proportionnel à la valeur instantanée de l'intensité.

Le levier optique est constitué par un rayon de lumière parallèle qui tombe sur la surface du miroir et se réfléchit avec une amplitude angulaire double de celle du miroir. Projetons ce rayon réfléchi sur un écran : les déplacements que l'on observe se font suivant une ligne droite (ligne d'intersection du plan de l'écran par le plan d'oscillation du rayon réfléchi). La distance qui sépare les positions extrêmes de l'image du rayon ainsi obtenue nous donne l'amplitude ondulatoire.

Si cet écran est une plaque photographique ou même un écran phosphorescent se déplaçant perpendiculairement au plan du rayon, on aura : dans le premier cas, l'inscription permanente, dans

le second l'inscription temporaire de la forme du courant (courbe en fonction du temps).

En ordonnée, nous obtenons l'intensité du courant à chaque instant, et en abscisse ses caractéristiques relatives au temps : (périodicité d'où fréquence et longueur d'onde).

On peut analyser la forme du courant en faisant subir au rayon réfléchi un déplacement uniforme, dit de balayage, perpendiculaire au plan d'oscillation de ce rayon. Pour cela, il suffit de le projeter sur un miroir tournant dont l'axe de rotation soit parallèle au plan d'oscillation du rayon. Cette nouvelle réflexion donne sur un écran une image ponctuelle, image dont la position est déterminée en ordonnée par la caractéristique d'intensité donnée par le premier miroir, en abscisse, par l'instant considéré (lui-même facteur de la vitesse de rotation du deuxième miroir).

En raison de la persistance rétinienne on observe le tracé de cet image. Afin de pouvoir poursuivre longtemps cette observation le miroir tournant peut être composé de plusieurs faces parallèles à l'axe de rotation (disposés en octogone par exemple). En réglant la vitesse de rotation on peut arriver à superposer les enregistrements des différents miroirs et à obtenir une image permanente des ondulations.

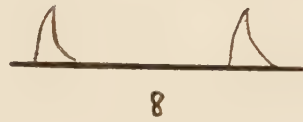
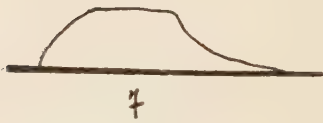
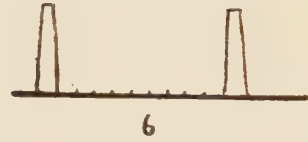
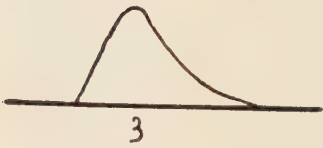
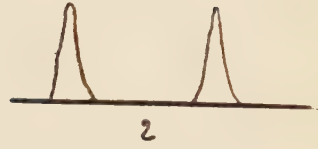
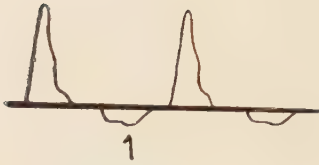
III. L'OSCILLOGRAPHE A RAYON CATHODIQUE

L'oscillographe à rayon cathodique présente un avantage considérable puisque ce rayon n'a absolument aucune inertie et permet l'inscription des courants de très haute fréquence.

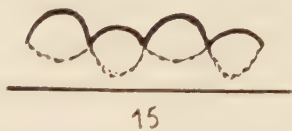
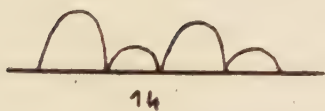
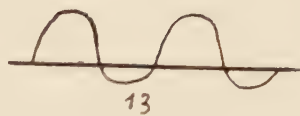
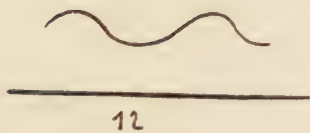
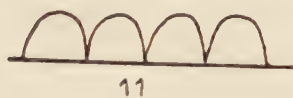
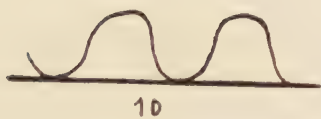
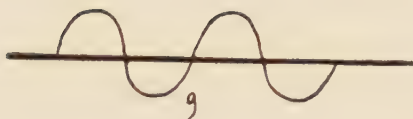
Cet appareil est basé sur le fait qu'un rayon cathodique composé d'un faisceau d'électrons détermine sur le fond du tube un spot lumineux. Ce rayon cathodique normalement rectiligne est dévié de sa direction sous l'influence du champ magnétique produit par le courant à étudier. Il subit donc des inflexions successives suivant le plan d'action du champ variable.

Si par ailleurs l'on provoque un déplacement uniforme du faisceau cathodique dans un plan perpendiculaire au précédent, ce déplacement horizontal, de balayage, permet d'analyser les phénomènes dans le temps et donne la forme de l'onde en fonction de son intensité et de sa fréquence. Cet appareil est particulièrement utile quand il s'agit d'analyser les courants de haute fréquence, en raison de l'inertie pratiquement nulle du rayon cathodique qui subit sans distorsion les variations les plus rapides du courant. Cette modalité de l'ondographe est donc pratiquement un ondoscope.

Quant à l'oscillographe de Ruhmer que Lewis Jones décrit (1906) sous le nom d'oscilloscope, il est basé sur une adaptation du fait observé par Wilson que dans un tube à vide l'aire couverte par la lueur au pôle négatif est proportionnelle à l'intensité du courant. Si le courant est alternatif et asymétrique comme dans le cas qui nous intéresse, il y a apparition d'une lueur négative (négative glow) différente de l'autre. Ruhmer captait cette onde sur un miroir tournant et en traçait ainsi la courbe.



1. Faradique — 2. F. redressé de Pasteur
 3. F. étalé de D'Arsonval — 4. Rectangulaire
 5. Trapézoïdal — 6-T. de Laville
 7. Progressif de Lopicque — 8. Exponentiel de Lè Go



9. Sinusoïdal fondamental
 10. Ondulatoire de D'Arsonval — 11. Ondulatoire de Bernard
 12. Ond. amorti de Bernard — 13. Diadynamique de Bernard
 14. Diadynamique diphasé — 15. Diadynamique diphasé amorti

FORME DES COURANTS DE BASSE FRÉQUENCE

- I. *Courants dérivés du faradique.*
- II. *Courants dérivés du rectangulaire.*
- III. *Courants dérivés du sinusoïdal.*

Le problème consiste à produire des variations périodiques d'un courant électrique. On peut donc partir d'un courant continu dont on fait varier l'intensité. Le nombre des variations par seconde conditionne la fréquence.

Nous allons considérer trois formes de courants fondamentaux dont dérivent les autres formes.

I. COURANTS DÉRIVÉS DU FARADIQUE

Le faradique est la forme de courant à l'état variable qui fut la première étudiée par les électrophysiologistes, et qui en raison de la simplicité de son appareillage est la plus utilisée même actuellement.

C'est un courant secondaire induit, produit par des interruptions et des établissements brusques d'un courant galvanique primaire (Bobine de Rhumkorff). Les deux ondes d'induction produites par l'interruption et l'établissement du courant ne sont pas identiques. L'onde de rupture est beaucoup plus brève, mais par contre beaucoup plus intense et plus active que l'onde de fermeture dont la polarité est inverse de la précédente. Le faradique est donc un courant dissymétrique (*fig. 1*).

Dans une récente communication (mai 1934) le Professeur Pasteur (du Val de Grâce) a présenté le faradique dit *redressé* dans lequel l'ondé de fermeture est supprimée grâce à un système redresseur oxymétallique. On obtient ainsi des ondes successives de même polarité, relativement brèves par rapport à la durée de chaque période. La fréquence toujours basse peut être réglée par le trembleur ou l'interrupteur de la bobine (*fig. 2*).

D'autre part, en 1891, D'Arsonval introduisant un condensateur de forte capacité aux bornes de l'induit faradique dans le but d'allonger la caractéristique d'excitation avait noté la plus grande tolérance des patients pour la nouvelle forme du courant obtenu, composé de trains d'ondes plus étalées (*fig. 3*)

assez semblables au courant à variations exponentielles présenté aujourd'hui par Le Go (*fig. 8*).

II. COURANTS DÉRIVÉS DU RECTANGULAIRE

Le courant dit *rectangulaire* (*fig. 4*) est le résultat de l'établissement brusque puis de l'interruption brusque d'un courant continu. En réalité, il n'existe pas de courant absolument rectangulaire car on ne peut pas déterminer une interruption ou un établissement instantané du courant, et les progressions d'interruption ou d'établissement donnent pratiquement une courbe *trapézoïdale* (*fig. 5*).

Ces ondes pseudo-rectangulaires ont été utilisées par Aubourg, Laville, Le Go de façon un peu particulière dans une technique appelée *négativation électrique*. Ils les emploient par trains, de telle façon que la durée de chaque onde soit égale au $1/10$ de la période, (*fig. 6*). L'appareil producteur de courant est l'« Electropulsateur » de Laville qui permet un réglage sur la fréquence par seconde des décharges, ainsi que sur leur modulation.

Le caractère de progressivité d'établissement ou d'interruption est encore plus net dans les courants

dits *progressifs* de Lapicque. On les produit par la disposition d'une capacité de quelques microfarads en parallèle avec le circuit d'utilisation. Un tel condensateur en se chargeant produit un retard dans l'établissement du courant et la courbe de croissance est une « exponentielle ». Les variations de l'intensité, rapides au début de la courbe tendent vers zéro lorsqu'elles atteignent son sommet (*fig. 7*).

Au moment de l'interruption de courant, le condensateur se déchargeant continue à fournir du courant au circuit d'utilisation suivant une nouvelle exponentielle inverse de la précédente, c'est-à-dire que les variations d'intensité sont fortes au sommet de la courbe et faibles à sa base, ce qui, nous le verrons, présente certains inconvénients dans l'utilisation thérapeutique de ces courants.

Dans une récente communication (décembre 1934), Le Go préconise ce courant sous forme de trains comme dans le cas de la négativation.

Le courant de Le Go diffère du courant de « négativation » par la forme de l'état variable qui n'est plus rectangulaire mais exponentiel d'où l'appellation « courants *exponentiels de basse fréquence* ». (*fig. 8*.)

Notons, en passant que dans les ondes de Le Go le courant à l'état constant normalement représenté

par un plateau est pratiquement nul. L'onde réduite aux seules exponentielles se rapproche singulièrement de l'onde faradique de rupture.

Chacune de ces ondes faradiques rectangulaires, exponentielles, progressives, étudiée dans sa forme individuelle peut être utilisée de façon différente : en trains plus ou moins brefs d'ondes plus ou moins rapprochées (de fréquence plus ou moins grande), avec des intervalles de repos plus ou moins considérables par rapport à la durée de chaque onde. Ces trains peuvent eux-mêmes être modulés et inversés, ce qui en multiplie les modalités d'application.

III. COURANTS DÉRIVÉS DU SINUSOIDAL

Le *sinusoidal* a été étudié pour la première fois par D'Arsonval en 1892 (La voltaisation sinusoidale).

« Pour réaliser la synthèse d'une onde électrique », D'Arsonval partait d'une source constante d'électricité (accumulateurs) dont le courant était fermé au travers d'une colonne liquide. Un fil métallique en cuivre isolé jusqu'à sa pointe inférieure pouvait monter et descendre le long de la colonne ; la pointe au fond du tube, le potentiel était zéro ; en relevant le fil, le potentiel croissait régulièrement. Ce fil était

attaché rigidement à l'extrémité d'un levier mobile en un de ses points, et dont l'autre extrémité inscrivait sur un cylindre les phases et les grandeurs de la variation du potentiel. En pratique, il attachait le fil soit à une tige vibrante, soit à un pendule qui donne une variation sinusoidale du potentiel.

Pour avoir une courbe sinusoidale plus régulière, D'Arsonval imagina également un petit appareil médical dérivé des machines magnéto-faradiques, principe actuellement utilisé dans l'industrie pour fournir les courants alternatifs sinusoidaux de certains secteurs.

Le sinusoidal est formé d'ondes successives égales mais alternées. La valeur algébrique de ce courant est donc égale à zéro, ce qui fait que l'on n'observe en moyenne aucune action polaire, en particulier aucune action électrolytique (*fig. 9*).

D'Arsonval a ensuite étudié un courant *ondulatoire* qui était en définitive du sinusoidal non alterné. Un tel courant est à sens constant, c'est-à-dire polarisé. Chaque pôle conserve toujours le même signe. Seule, la variation de courant change de signe suivant qu'elle est croissante ou décroissante.

Dans cette ondulatoire, la rapidité de variation est surtout grande pour les valeurs moyennes du courant. Par contre, les variations sont plus lentes pour les

valeurs extrêmes lorsque ces variations tendent à changer de signe ainsi que le montre la *fig. 10*.

Contrairement au courant de D'Arsonval *l'ondulatoire* réalisé par Bernard, ne comporte pas de minimum étalé, mais au contraire un minimum bref (pour la valeur nulle du courant) (*fig. 11*). Ce courant s'obtient par redressement des deux ondes alternées du sinusoïdal (on peut utiliser entre autres des redresseurs à pont).

En faisant passer un tel courant dans un filtre spécial composé de capacités et de selfs on peut obtenir un courant donnant la même intensité efficace mais dont l'amplitude ondulatoire est plus ou moins amortie suivant la capacité du filtre utilisé. C'est le courant décrit par Bernard sous le nom de courant « faiblement ondulé » en avril 1932 et depuis sous le nom plus rationnel d'« *ondulatoire amorti* » (*fig. 12*).

En mai 1934, Bernard a présenté à la Société d'électrothérapie et de radiologie une nouvelle forme d'ondulation de basse fréquence caractérisée par une dissymétrie ondulatoire et des effets physiologiques qui lui ont fait donner le nom de « courant *diadynamique* ». Ce courant dérivé du sinusoïdal comporte une succession d'ondes paires et impaires, alternées

ou non, dont l'amplitude des unes est indépendante de celle des autres et peut même tomber à zéro (*fig. 13*).

On peut l'obtenir par la disposition d'une résistance unilatérale variable sur un circuit de courant sinusoïdal quelconque. « Cette résistance présente une faible valeur ohmique à peu près fixe « r » pour une certaine polarité et une valeur variable qui peut être beaucoup plus grande et tendre vers l'infini pour la polarité inverse ». Nous avons donc une succession d'ondes telle qu'une première onde principale conserve toute son amplitude et que l'onde suivante est plus ou moins amortie suivant la résistance apportée par le dispositif. Ce courant alterné a une valeur moyenne différente de zéro.

Pour avoir les deux séries d'ondes de même signe, on peut utiliser un dispositif nouveau utilisant deux transformateurs dont le primaire peut être commun, mais dont les deux enroulements secondaires sont effectués en sens inverse. On obtient ainsi deux courants opposés dans leur phases et dont on peut faire varier individuellement l'amplitude à l'aide de réducteurs de potentiel. En intercalant sur chacun de ces circuits un dispositif quelconque de redressement par conductibilité unilatérale (soupape électrolytique), redresseur oxymétallique ou kenotron) de façon que le sens du courant résultant soit le même dans les deux circuits, on obtient deux séries d'ondulations à

sens constant indépendantes dans leur amplitude et déphasées de une demie période (*fig. 14 et 15*). Pour recueillir ces deux courants dans un même circuit il suffit de relier, d'une part les origines des deux secondaires et d'autre part les sorties des redresseurs. La mesure de l'intensité efficace peut être effectuée globalement sur le circuit d'utilisation ou séparément sur chacun des deux circuits en sachant que l'intensité maximum de chaque série d'onde est égale à : intensité efficace $\times 2 \sqrt{2}$.

Nous noterons à ce propos que seuls les courants dérivés du sinusoidal peuvent être *mesurés* avec la précision que nous venons d'indiquer. Par contre, pour le courant faradique, les courants dérivés du rectangulaire et entre autres les courants exponentiels il n'existe aucun rapport connu avec l'intensité efficace seule mesurable. Tout appareil de mesure ne donne dans ces conditions que des indications fictives différentes d'un générateur à l'autre et même pour un seul générateur suivant la fréquence et la durée des impulsions.

Tous les courants de Bernard dérivent du sinusoidal industriel grâce à des système ne comportant aucun organe mécanique, ce qui, outre la simplicité de l'ap-

pareillage supprime toutes les causes d'irrégularité ondulatoire. Les mauvais contacts des systèmes rotatifs entraînent en effet de petites interruptions brusques, et des variations non plus sinusoidales mais en escalier. Ces interruptions présentent de gros inconvénients à cause de leur brièveté et ont contribué à l'abandon des générateurs électro-mécaniques dont Belot en 1911 proscrivait l'usage.

CHAPITRE IV

BASES PHYSIOLOGIQUES

- I. *Fréquence des ondes utilisées.*
- II. *Leur mécanisme d'action.*
- III. *Actions physiologiques générales de la basse fréquence.*
- IV. *Actions particulières dues à la forme ondulatoire.*

I. FRÉQUENCE DES ONDES UTILISÉES

L'action physiologique des courants périodiques est très différente suivant la fréquence utilisée.

Lorsque la fréquence est inférieure à 10 par seconde, nous sommes dans le domaine des très basses fréquences, ou ondulations à longue période, de Delherm et Laquerrière. L'action de chaque onde est relativement indépendante de celle de l'onde précédente ;

c'est ainsi que sur le muscle, on peut avoir une série de contractions non fusionnées.

Nous entrons dans la zone de basse fréquence lorsque la fréquence est supérieure à quelques dizaines de périodes par seconde. Les effets physiologiques sont alors totalement différents, en particuliers sur la musculature. Il peut y avoir fusion plus ou moins complète des contractions musculaires, d'où le nom de « fréquences téтанisantes » qui leur a été donné par certains. D'Arsonval a lui-même remarqué « qu'en augmentant graduellement la fréquence, les phénomènes d'excitation neuro-musculaire vont en augmentant jusqu'à 2.500 ou 3.000 excitations par seconde, qu'ils restent stationnaires entre 3.000 et 5.000 et vont ensuite en décroissant jusqu'à 10.000, de sorte qu'un courant ayant 3.000 alternances est plus douloureux qu'un courant de 10.000, et beaucoup plus qu'un courant de 150 seulement et même de 40 ». Nous corrigeons ici le texte du compte rendu de la Société de Biologie (2 mai 1891) qui portait... « et beaucoup moins qu'un courant de 150... », ce qui n'était qu'un lapsus typographique (découvert par Bernard, reconnu ensuite par D'Arsonval lui-même).

La gamme comprise entre 5.000 et quelques dizaines de milliers de périodes est caractérisée par une diminution des effets physiologiques, effets qui disparaissent totalement avec les hautes fréquences (au-dessus de 100.000).

Les limites de la basse fréquence sont donc purement conventionnelles, son domaine étant déterminé par des effets physiologiques communs aux fréquences comprises entre quelques dizaines et quelques milliers de périodes. De ce fait, il n'y a pas de différence physiologique notable entre deux fréquences doubles l'une de l'autre (50 et 100 par exemple) ou même quadruples, remarque déjà faite par D'Arsonval chez nous, puis par Lewis Johnes en Angleterre qui utilisait en thérapeutique des fréquences situées de 50 à 200 sans pouvoir donner de préférence. C'est pourquoi, en dehors de certaines applications précises (ionophorèse dentaire), nous considérons comme inutiles les systèmes qui permettent de régler la fréquence. De plus, lorsque les ondes ne sont pas dérivées du sinusoidal, c'est-à-dire dans les courants rectangulaires et exponentiels entre autres, cette fréquence variable fait disparaître toute possibilité de mesure d'intensité, même fictive.

II. LEUR MÉCANISME D'ACTION

Le mécanisme physique d'action des courants de basse fréquence paraît être assez obscur. On ne peut invoquer l'électrolyse puisqu'une action commune à toutes les formes d'ondulation est obtenue avec le

sinusoidal qui n'a, en moyenne, aucune action électrolytique. Tout au plus, pourrait-on invoquer comme le fait Bernard (mai 1933) des brassages ioniques non réversibles dans le cas de courants alternés. Ces brassages sont inexistants pour les courants alternés de haute fréquence qui sont précisément sans action sur la motricité et la sensibilité.

Le mécanisme physiologique d'action de la basse fréquence est tout aussi indéterminé. On ne peut invoquer pour l'expliquer ni la contraction de la musculature striée, ni une action particulière sur la sensibilité, ainsi que l'a noté D'Arsonval, puisqu'au moins en ce qui concerne les courants dérivés du sinusoidal on « obtient une augmentation considérable des échanges gazeux respiratoires, alors que le courant est appliqué à une intensité qui ne donne aucune contraction des muscles ni aucun phénomène douloureux ».

Ainsi que nous allons le montrer, une partie des effets nous paraît tenir à la contraction des fibres lisses qui est énergique, D'Arsonval l'a encore constaté, pour des intensités qui sont sans action sur la fibre striée.

III. ACTIONS PHYSIOLOGIQUES GÉNÉRALES DE LA BASSE FRÉQUENCE

Elles sont très importantes car elles nous permettent déjà de prévoir les indications, les possibilités thérapeutiques de la basse fréquence et même ses contre-indications (ou plutôt ses non-indications). Le champ d'action de la basse fréquence sur l'organisme est vaste, mais on peut synthétiquement lui reconnaître une triple action : sur le système nerveux, sur la musculature, sur la circulation.

Sur le système nerveux.

Nous ferons une distinction entre l'action sur la sensibilité et l'action sur la réflectivité.

Sur la sensibilité.

Quelle est la sensation produite par le passage du courant ? Pour les faibles intensités on ne ressent d'abord rien. Puis, les intensités allant croissantes, on ressent un picotement aux endroits où sont appliqués les électrodes, ce picotement étant d'ailleurs plus intense au pôle négatif. Si on augmente encore l'intensité on ressent une sorte de trémulation dans la zone d'application. Le dernier stade sera une véritable téτανisation donnant une sensation de stric-

tion. Si, par exemple, on fait une application sur un masseter il y a impossibilité complète d'ouvrir la bouche. Toutes ces sensations disparaissent immédiatement après le passage du courant.

Tels sont les phénomènes subjectifs ressentis. Mais ce ne sont pas les seuls que produisent ces courants. En même temps, apparaît une inhibition nerveuse qui peut aller de la simple antalgie jusqu'à l'anesthésie et paraît être de trois ordres :

1^o Pendant le passage du courant au niveau d'un trajet nerveux on obtient au bout d'un temps variable (deux minutes en moyenne) une anesthésie complète de tout le territoire nerveux correspondant par une sorte d'interruption de la conductibilité nerveuse.

2^o Après le passage du courant l'anesthésie complète, ou bien ne persiste pas, ou bien ne dure que quelques secondes. Mais on voit subsister une analgésie que l'on peut rapporter à l'acidité produite par la tétanisation de la fibre musculaire lisse (acidité que d'aucuns définissent par diminution du Ph.). Dans le même ordre d'idées, Inglis Parson a déjà expliqué par l'augmentation locale de l'acidité l'analgésie propre au pôle positif du courant continu. Quelle que soit l'interprétation de ce phénomène d'analgésie immédiate, le résultat en est une élévation du seuil d'excitation du nerf, phénomène que nous utilisons en thérapeutique.

3° On constate de plus une action médiate sur la sensibilité caractérisée par la disparition au bout de quelques heures de certaines algies telles que les algies post-traumatiques. Ce résultat tiendrait à la contraction des fibres lisses puisque ces douleurs semblent provoquées par de petits œdèmes péri-vasculaires, et que douleurs et œdèmes fondent en même temps.

Pratiquement, l'action antalgique de la basse fréquence peut se manifester en deux temps. Dans un certain nombre de cas, en effet, la douleur, disparue dans les minutes qui suivent l'application du courant réapparaît au bout de quelques heures, mais avec une intensité moindre que primitivement. Puis elle disparaît spontanément de façon définitive en une heure ou deux. Bernard explique ce fait de la façon suivante : au bout de trois heures « l'inhibition nerveuse cesse et le seuil d'excitation redevient normal ; si à ce moment il persiste toujours un peu d'irritation périnévrétique la douleur reparaît ; mais la décongestion nerveuse se poursuivant, lorsqu'après une demi heure ou une heure l'irritation périnerveuse est tombée au-dessous du seuil d'excitation, la douleur cesse définitivement ».

Sur la réflectivité.

L'action de la basse fréquence sur la réflectivité a été étudiée par Laville, Aubourg, Le Go qui s'atta-

chent particulièrement aux réflexes vertébro-viscéraux. Comme agent d'excitation ils emploient leur courant de « négativation » que nous connaissons déjà. Ils déclarent d'ailleurs, sans donner ni preuve ni interprétation que le courant faradique et le courant sinusoïdal qu'ils n'ont pas utilisés seraient impropres à ce genre d'expérimentation. Cependant, après avoir rapporté les faits que nous allons citer à l'action polaire négative d'ondes rectangulaires, Le Go semble revenir à la conception d'une action périodique de basse fréquence d'ondes à variations plus progressives, et c'est pourquoi nous faisons entrer ces phénomènes dans le cadre d'actions communes à toutes les formes d'ondes. Les expériences ont porté plus particulièrement sur l'appareil digestif. « Après ingestion d'un repas baryté on a étudié à l'écran la vitesse d'évacuation d'un estomac atonique. L'application de négativation a été faite en C7 en suivant le rythme de cinq applications de une minute séparées par un intervalle de deux minutes. L'estomac qui se vidait habituellement en six heures n'a présenté aucun résidu du repas baryté une heure et demie après son ingestion. Les contractions gastriques n'ont pas changé de fréquence mais ont augmenté de puissance pendant l'application ». Pour la vésicule, l'intestin, on a obtenu également une chasse rapide.

Sur la musculature.

L'action de la basse fréquence sur la musculature est assez caractéristique puisqu'elle a contribué à la détermination des limites de la basse fréquence. Nous savons déjà que la fusion des contractions aboutit pour certaines intensités à la téτανisation, que d'ailleurs on ne recherche pas en thérapeutique sauf lorsqu'on veut faire de la gymnastique musculaire. Mais il n'est pas nécessaire d'aller aussi loin pour ressentir en profondeur un effet de massage curieux que l'on sait particulièrement actif, dans le traitement de certains syndromes. Ces phénomènes vibratoires sont plus particulièrement marqués avec des formes d'ondulations dérivées du sinusoidal, et ont conduit Bernard à désigner l'un de ces courants sous le nom de « diadynamique ». Dans nos recherches bibliographiques, nous avons également noté que D'Arsonval, parlant de courants polyphasés leur attribuait un effet comparable, reconnaissant ainsi la supériorité des ondes superposées.

Sur la circulation.

D'Arsonval avait déjà remarqué que la téτανisation des fibres lisses se fait avec une intensité moindre que pour les fibres striées. Ceci explique le mécanisme d'action de la basse fréquence sur la circulation,

action qui ne se révèle qu'à l'occasion de certains troubles pathologiques. En cas de stase vasculaire (engelures par exemple), il y a régularisation, et ce phénomène peut-être attribué à une action sur le tonus de la fibre lisse des parois vasculaires. Laville va même jusqu'à dire que cette action est vaso-constrictive. En cas d'extravasation sanguine (œdème traumatique ou inflammatoire), on peut attribuer l'effet de résorption qui suit le passage du courant au massage et à l'action vibratoire qui apparaissent au sein même des tissus.

Basse fréquence et métabolisme.

Est-ce à ce même mécanisme qu'il faut attribuer la transformation surprenante de l'état général de certains patients (notée par Laville, Aubourg et Le Go), et la sensation de bien-être, de détente physique et psychique que nous avons notée nous-mêmes chez les surmenés, les fatigués, les contracturés ? Ou faut-il admettre que ces courants aient une action modificatrice du métabolisme général, ce qui pourrait expliquer l'amélioration de certaines glycosuries ? Gauthier et Larat paraissent y croire : ils en citent comme preuve le fait que les urines d'une personne mangeant des asperges et se soumettant à l'action même locale de « courants sinueux », ne présentent pas l'odeur particulière d'asperges qui apparaît

habituellement après leur ingestion. Bernard pour l'odeur d'ail a constaté le même phénomène. Autant de points d'interrogation auxquels il nous semble à l'heure actuelle très difficile de répondre.

IV. ACTIONS PARTICULIÈRES DUES A LA FORME ONDULATOIRE

En étudiant l'action générique des courants de basse fréquence nous avons déjà pu voir que certains d'entre eux présentent un intérêt particulier en physiologie et en thérapeutique.

Rôle de la progressivité de l'onde.

D'Arsonval attache une grande importance à la forme de l'onde qu'il appelle « caractéristique d'excitation ». De façon générale, il attribue aux variations sinusoïdales des propriétés spécifiques indépendantes de la variation électrique, de la fréquence et de l'effet galvanique. Et c'est dans le but d'obtenir avec le faradique des effets analogues à ceux du sinusoïdal, c'est-à-dire la suppression de la douleur au passage du courant qu'il a proposé l'allongement de la caractéristique d'excitation, c'est-à-dire l'étalement de l'onde faradique à l'aide de capacités convenables. Evoluant dans le même sens, et grâce à un mécanisme

semblable Le Go est parti des ondes rectangulaires pour arriver aux ondes étalées exponentielles. En définitive, il semble que l'on doive éviter le plus possible en basse fréquence les variations brusques et rechercher les variations progressives.

La progressivité obtenue par la disposition de capacités ne nous paraît pas être la meilleure solution. Dans l'établissement brusque d'un courant, le rôle du condensateur est de donner une courbe exponentielle telle que la variation est rapide pour les intensités voisines de zéro et lente pour les valeurs voisines du maximum. Par contre, lors de l'interruption du courant, le condensateur donne une variation exponentielle (décrite par Lopicque) telle que la variation est rapide pour les fortes intensités et lente pour les faibles intensités. (Voir *fig. 7*). Or toute variation brusque à haute intensité est beaucoup plus pénible et plus douloureuse que la même variation à basse intensité.

Aussi est-ce encore une raison nouvelle que nous avons d'utiliser en thérapeutique les ondes sinusoïdales dans lesquelles les phases croissantes et décroissantes présentent des variations rapides pour les valeurs faibles du courant et des variations toujours étalées pour les valeurs fortes. L'ondulatoire, l'ondulatoire amorti et surtout le diadynamique présentent aussi de ce fait l'avantage d'être beaucoup plus supportables.

Rôle du rapport entre la durée de l'onde et celle de la période.

Mais la valeur particulière à chaque forme d'ondulation n'est pas due uniquement à son caractère de progressivité. Un autre facteur a retenu l'attention : c'est le rapport qui existe entre la durée de l'onde et celle de la période.

Certains auteurs s'attachent à avoir des ondes courtes et brèves par rapport à la période. Il en résulte un temps où la valeur du courant est nulle, ce qui réduit l'intensité efficace. Laville déclare rechercher une « action dissymétrique » et être amené à conclure que les temps d'action doivent être nettement plus courts que les temps de repos. Dans ses expériences sur la réflectivité il réglait la « modulation, c'est-à-dire le rapport du temps de passage du courant au temps de repos à 0,1, ce qui signifie que la décharge du courant a lieu pendant un temps neuf fois plus court que le repos qui sépare deux décharges, « Il utiliserait ainsi d'après lui : « la forme de pulsations la plus économique au point de vue énergétique ». Mais ces ondes espacées sont assez similaires aux ondes faradiques dont on connaît le sinconvénients.

A l'opposé de ces ondes brèves nous avons les ondes de Bernard. Lorsque les ondes paires du courant diadynamique sont nulles, la durée de chaque onde

et le temps de repos sont égaux : une demie période. Quand ces ondes paires deviennent positives, le temps de repos disparaît, et ces ondes tendent vers une valeur égale à celle des ondes impaires. C'est avec ces courants qui sont pratiquement « diphasés » que nous avons constaté des effets physiodynamiques supérieurs à ceux que peuvent donner toutes les autres formes d'ondes, sinusoidales, rectangulaires, faradiques et leurs dérivées. Les qualités des courants poliphasés avaient été reconnues par D'Arsonval dès 1893, et par Herschell en 1903 qui en avaient obtenu des résultats comparables.

CHAPITRE V

VALEUR THÉRAPEUTIQUE DE LA BASSE FRÉQUENCE

- I. *Les indications.*
- II. *Les méthodes d'application.*
- III. *L'association de la basse fréquence à d'autres formes de courants.*
- IV. *Ses dangers.*

I. LES INDICATIONS DE LA BASSE FRÉQUENCE

Elles sont très nombreuses et nous n'avons pas la prétention de les énumérer toutes ici, car elles découlent logiquement des actions physiologiques générales et particulières des différentes formes d'ondes. Nous en citerons les plus importantes et verrons ensuite si la basse fréquence possède vraiment des contre-indications.

Basse fréquence et douleur.

Il en est une à quoi se ramènent presque toutes les autres : « *la douleur* ». C'est D'Arsonval qui le premier une fois de plus a affirmé en 1893 que le courant sinusoïdal « est le médicament par excellence de la douleur ». Cette phrase s'est trouvée si bien vérifiée dans certains cas de névralgies et de rhumatismes où tous les autres traitements chimiques et physiques (infra-rouges, diathermie, ondes courtes) s'étaient montrés impuissants que nous avons été tentés un moment d'intercaler le mot « douleur » dans le titre de cette thèse. En basse fréquence, comme ailleurs, il ne faut pas généraliser trop vite et l'observation clinique a montré que c'est seulement dans les névralgies périphériques que se manifeste l'action antalgique propre à ces courants.

Toutes les névrites à frigore sont immédiatement améliorées, la douleur disparaissant dès l'application.

Les arthralgies récentes ou anciennes, traumatiques ou rhumatismales bénéficient de l'action calmante de la basse fréquence. L'articulation lésée récupère beaucoup plus rapidement ses mouvements. Au chapitre suivant, nous citerons quelques résultats obtenus chez des malades présentant des arthrites soit de l'épaule, soit du coude et du poignet, soit de l'articulation coxo-fémorale ou du genou, et relevés au hasard, parmi les nombreuses observations que nous possédons de ces cas.

Nous avons obtenu de bons résultats également dans les névralgies intercostales, les névralgies du plexus brachial, les torticolis, les lumbagos et dans certaines sciatiques. Nous disons certaines, car c'est dans la sciatique que nous avons eu les résultats les plus inconstants, certains cas étant nettement améliorés, et d'autres, au contraire, ne réagissant pas du tout au courant, car nous n'avons avec la basse fréquence aucune action thérapeutique possible sur les sciatiques d'origine funiculaire ou médullaire.

Dans les myalgies d'origines diverses, nous avons toujours un soulagement rapide et souvent même durable dès la première application. Le malade accuse alors une réelle sensation de bien-être, que l'on ait affaire à une fatigue musculaire, à des courbatures, à un rhumatisme musculaire.

En étudiant l'action des ondes de basse fréquence sur la sensibilité, on a déjà noté que cette action était en quelque sorte triple : anesthésique pendant le passage du courant, antalgique dans les heures qui suivent par élévation du seuil d'excitabilité, antalgique encore parce que décongestionnante par la suite. Dans le traitement des syndromes que nous avons énumérés précédemment nous avons utilisé cette triple action. Mais dans certains cas, on peut rechercher uniquement ou surtout le seul effet anesthésique.

Cette anesthésie a permis d'inciser des panaris et de petits abcès avec disparition presque absolue de la douleur lorsqu'on peut agir sur le tronc même qui innerve la région. Si l'on appliquait par contre les électrodes à cheval sur la lésion les résultats seraient mauvais ou nuls. Nous avons, par ce procédé, pratiqué dans certains cas des avulsions dentaires.

Basse fréquence et trophicité.

L'action activante sur la circulation en même temps que de résorption des œdèmes, l'action tonique sur la musculature et l'action antalgique ou anesthésique se combinent pratiquement dans la plupart des syndromes où se montre efficace la basse fréquence, avec prédominance cependant suivant les cas de l'une de ces actions.

La résorption des œdèmes traumatiques est constante et rapide, particulièrement dans les entorses où la basse fréquence fait merveille à condition, comme l'a déjà dit Laquerrière en 1901 « que les applications du courant soient faites immédiatement après l'accident », et répétées si possible plusieurs fois dans la journée. La guérison avec restitution de la fonction s'obtient en trois à cinq jours suivant les cas. Il n'est pas défendu de l'attribuer en partie à la disparition des phénomènes douloureux qu'entraîne le passage du courant, l'élongation nerveuse dans l'en-

torse ayant, d'après Leriche, une influence considérable.

Quant aux œdèmes inflammatoires, ils sont également améliorés, tel cet œdème douloureux des deux jambes, séquelle d'une phlébite ancienne dont nous citons ailleurs l'observation.

L'action modificatrice des courants de basse fréquence sur la circulation pose encore d'autres indications : engelures, cellulites, contusions, luxations et raideurs articulaires consécutives, suites de fractures, cicatrices nerveuses et douloureuses, rétraction de l'aponévrose palmaire (Laville en présente trois cas), et même adhérences viscérales.

Il nous faut parler ici des résultats concluants qu'ont obtenu Laville, Aubourg et Le Go sur des estomacs atoniques en utilisant leur courant de négativation comme agent d'excitation de réflexes vertébro-viscéraux. Les mêmes effets de chasse rapide ont été constatés sur la vésicule biliaire et l'intestin.

Basse fréquence et métabolisme.

Nous avons vu dans l'étude des bases physiologiques les raisons que l'on avait de soupçonner une action profonde sur l'organisme des courants de basse fréquence, et la difficulté de rattacher à un mécanisme très précis les résultats que Laville a obtenus dans le traitement de certaines glycosuries.

Sur les treize cas que cet auteur a publiés (négativisation électrique 1934), il a obtenu onze guérisons, ou améliorations, la glycosurie disparaissant plus ou moins complètement en même temps que l'état général devenait meilleur. Il est curieux de remarquer que le diabète de ces malades a été amélioré à l'occasion d'applications très diverses (sciatiques, algies, fractures du radius, etc...).

Basse fréquence et gynécologie.

A l'action favorisante sur la circulation peuvent être rattachés les résultats obtenus par Apostoli (1887-1897), Kaplan-Lapina, Marquès (1897-1934) en gynécologie avec des courants sinusoidaux et ondulatoires. Ces auteurs ont tous notés les résultats suivants : « sédation immédiatement après la séance des douleurs lombaires, abdominales, crurales, fémorocutanées, action favorable dans les douleurs menstruelles, la dysménorrhée, la constipation, mais variable dans les hémorragies, la leucorrhée, l'aménorrhée ; l'amélioration nette des endométrites, des œdèmes péri-utérins et salpingiens, des suites de couches douloureuses, des troubles névropathiques génitaux ; pas d'action favorable sur les fibromes, mais résorption des exsudats péri-utérins et des adhérences périphériques ». Ces applications qui ont porté alors sur des centaines de cas mériteraient d'être reprises actuellement.

Basse fréquence et odonto-stomatologie.

Les algies alvéolo-dentaires, les arthrites inflammatoires, médicamenteuses, traumatiques, les alvéolites post-opératoires, bénéficient de l'action sédative des courants de basse fréquence, et particulièrement du « diadynamique ». Mais, dans les algies d'origine dentaire l'action inhibitrice nerveuse semble s'évanouir plus rapidement qu'ailleurs, et l'on doit tant que l'on n'a pas obtenu une décongestion périnévrétique suffisante renouveler les applications dès que le malade recommence à souffrir. Pendant le passage du courant, l'anesthésie par le courant qui est surtout une anesthésie ligamentaire permet l'extraction de dents atteintes d'arthrite ou de pyorrhée. Ceci est d'autant plus intéressant que la difficulté est grande d'obtenir en pareils cas une bonne anesthésie à la novocaïne, et que l'on évite ainsi la réaction qui suit l'injection du médicament. Si l'on se trouve en face d'une dent encore solidement implantée dans le maxillaire on peut également associer ces deux modes d'anesthésie et opérer ainsi plus tranquillement. D'après ce que l'on sait des différents modes d'action des courants de basse fréquence on peut encore prévoir leur utilité dans le traitement de fluxions même indolores, d'atonies tissulaires, de cicatrisations lentes, de certaines paradentoses (en les associant à d'autres

thérapeutiques) d'aphtes et même d'arthrites temporo-maxillaires.

Contre indications de la basse fréquence.

Les cas dans lesquels il y aurait danger d'utiliser une pareille thérapeutique sont très rares. Il nous faut cependant citer la phlébite que nous croyons être la contre-indication essentielle, car l'action de massage interne déterminée par le courant pourrait arriver à mobiliser un caillot et être cause d'embolie mortelle, ce dont nous n'avons à notre connaissance aucun exemple. Il paraît dangereux également d'employer l'action tonique sur la musculature pour faire de la gymnastique musculaire, car on pourrait ainsi augmenter une R. D. à son début comme il en existe dans les séquelles d'une paralysie infantile.

En dehors de ces cas très rares nous avons plutôt des non indications à envisager. Dans les névralgies d'origine médullaire et centrale nous n'avons aucun intérêt à employer ces courants, car même s'il y a au moment du passage du courant une sédation plus ou moins complète de la douleur, celle-ci reparaît toujours très rapidement. Nous avons pu en faire l'expérience sur un malade qui avait été atteint d'encéphalite et qui présentait comme séquelle une névralgie faciale siégeant dans la zone de la branche de Willis. Chacune des deux applications que nous fîmes à une

demie-heure d'intervalle fut suivie d'une période d'accalmie de dix minutes seulement. Pour les mêmes raisons nous n'avons pas d'action sur les migraines. Quant au fait que les pulpites dentaires ne sont pas améliorées, il s'explique de la même façon, par l'absence de tissu cellulaire sur lequel on puisse agir, autour de la zone vasculo-nerveuse enflammée qui est la source de la douleur.

L'intérêt qu'il y a à employer la basse fréquence dans les arthralgies disparaît en partie dans deux cas. Lorsqu'on a affaire à une arthrite d'un rhumatisme articulaire aigu, on n'aura une sédation partielle de la douleur qu'en utilisant le courant ondulatoire (qui est à sens constant) et augmente l'action propre du salicylate de méthyle que nous y adjoignons. En dehors de ces crises rhumatismales aiguës où le diagnostic est toujours facile, l'absence totale de résultat nous a permis plusieurs fois de soupçonner des arthrites gonococciques dont l'étiologie avait été ignorée jusque là.

Les courants de basse fréquence peuvent-ils être utilisés également dans l'électro-diagnostic des sciatiques ? Nous le pensons car nous avons toujours pu améliorer les sciatiques tronculaires (qui sont souvent d'origine a frigore). Mais nous n'avons eu au contraire que de mauvais résultats dans les sciatiques funiculaires ou médullaires. L'action de la basse fréquence

sur les sciatiques est donc beaucoup moins aveugle qu'on aurait pu le croire.

II. MÉTHODES D'APPLICATION

Doit-on faire des applications locales, régionales, générales, à distance ? Toutes ces méthodes ont été employées, nous verrons d'ailleurs plus tard que certaines ne sont pas sans danger.

Applications locales. — Là où nous voulons calmer une douleur ou réactiver une circulation déficiente, c'est localement que nous agissons en mettant les électrodes sur la zone à traiter. Celles-ci qui sont d'ailleurs les mêmes, quelque soit le mode de traitement, sont faites de plaques métalliques recouvertes de coton hydrophile, puis de gaze, on les humecte avant d'y faire passer le courant. Nous ferons des applications de deux à quatre minutes (si nous employons le sinusoïdal ou les ondulatoires) en augmentant progressivement l'intensité du courant. Dès que l'on note des fibrillations musculaires on cesse d'augmenter l'intensité. Si le traitement doit porter sur un membre entier on fera plusieurs applications semblables et successives en suivant le trajet douloureux.

Faut-il appliquer plus particulièrement un pôle

sur la région à traiter ? Personnellement, depuis plusieurs mois que nous faisons de la basse fréquence, nous appliquons indifféremment un pôle pour l'autre et n'avons remarqué aucune action thérapeutique particulière à l'un deux (la seule différence est un picotement plus intense au pôle négatif). En Angleterre, Cumberbatch qui a bien étudié ces courants ne signale également aucune différence. Quant à la méthode dite de négativation de Laville, Aubourg et Le Go qui attachent toute l'importance à l'action du pôle négatif, elle va à l'encontre de l'opinion admise par beaucoup d'auteurs et des constatations entre autres d'Apostoli et de Laquerrière, qui attribuent au pôle positif un rôle plus sédatif.

Suivant le syndrome que nous traitons nous faisons des séances plus ou moins nombreuses et plus ou moins rapprochées. On peut d'ailleurs presque affirmer que lorsqu'à la première application le résultat est absolument négatif, il en sera de même aux autres. Mais par contre, si une analgésie même assez brève survient au début du traitement, elle ne fera en général que s'accroître, souvent jusqu'à guérison, aux séances suivantes.

Applications régionales. — Les applications régionales semblent d'un usage moins courant que les applications locales qui conviennent à la majorité

des cas. Mais elles peuvent être utiles car plus efficaces lorsqu'on cherche par exemple à obtenir une anesthésie suffisante pour inciser un abcès ou un panaris ; et ceci est plus particulièrement vrai pour les membres. On disposera les électrodes au-dessus de la lésion, sur le trajet nerveux qui innerve la région. Au bout de deux minutes environ, on notera la disparition de la sensibilité à la douleur et on incisera pendant le passage même du courant. On cherchera à obtenir des intensités plus grandes que dans les cas précédents, sans toutefois atteindre la tétanisation.

Applications à distance. — L'action de la basse fréquence sur la colonne vertébrale, déterminant une action réflexe sur la musculature viscérale est bien une action à distance. Les auteurs (Laville, Aubourg, Le Go) qui préconisent cette méthode recommandent l'emploi de petites doses toujours inférieures au seuil de la sensation du malade, « d'une sorte d'électricité naissante ». « L'électropulsateur » dont ils se servent « fonctionne à fréquence variable en deçà et au delà de 72 pulsations par seconde ». Ce qui leur permet de donner cette définition du mot « négativation » : « forme nouvelle électrothérapie utilisant à doses infimes des impulsions rythmées et modulées d'électricité ». Le titre de la méthode semble indiquer l'emploi exclusif du pôle négatif. Mais le montage n'est

monopolaire qu'en apparence car le circuit « apparemment ouvert est en réalité fermé grâce à un effet de condensation ».

Applications générales. — Le bain hydro-électrique qu'Apostoli employait jadis et qui nécessitait des intensités allant jusqu'à 120 milli. A n'est plus employé du tout en France, parce que très dangereux. Pourtant, les auteurs anglais et allemands le citaient encore récemment dans leurs publications, et Cumberbatch (1929) en décrit minutieusement la technique.

Applications en gynécologie. — Nous n'en dirons que quelques lignes, car aujourd'hui la basse fréquence est peu utilisée dans cette spécialité. La technique avait été décrite par Marquès en 1897-98: Il distinguait alors trois sortes d'applications : vaginales (il employait une électrode en charbon), intra-cervicales et intra-utérines (pour ces deux dernières son électrode active était un hystéromètre en platine). L'électrode indifférente était en terre glaise. Il faisait des applications tous les jours ou tous les deux jours avec les résultats que l'on sait.

Applications en art dentaire. — Francis en 1865, puis Tripier en 1892 avaient employé le courant faradique pour provoquer, disent-ils, des anesthésies

permettant les avulsions. Toutes les applications que nous avons faites ou vu faire dans cette spécialité l'ont été avec du courant sinusoïdal ou diadynamique.

Dans l'impossibilité pratique de faire des applications régionales qui seraient évidemment l'idéal, on est obligé d'agir localement, soit en plaçant les électrodes à cheval sur la dent à traiter, soit en les plaçant toutes les deux dans le sillon vestibulaire. Les intensités applicables sont assez faibles et l'analgésie ou même l'anesthésie sont suffisantes pour calmer des arthrites ou faire des extractions de dents pyorrhéiques. Nous avons vu précédemment l'utilité de la basse fréquence en art dentaire, mais nous devons dire un mot de la difficulté de son emploi dans cette spécialité, difficulté qui tient à la psychologie du malade. Car ce dernier en effet n'accepte pas souvent de se déplacer pour se rendre chez le praticien aussi souvent qu'il le faudrait. Et nous savons, dans le traitement des arthrites en particulier, que des séances nombreuses et rapprochées sont nécessaires pour obtenir un résultat satisfaisant.

III. L'ASSOCIATION DE LA BASSE FRÉQUENCE

* A D'AUTRES FORMES DE COURANT

Les courants de basse fréquence peuvent être employés comme adjuvants dans certaines autres applications thérapeutiques.

Notons en passant :

1^o L'effet de faradisation dans certaines applications de diathermie.

2^o La modulation en basse fréquence des ondes courtes actuellement à l'étude (Bernard).

3^o L'application simultanée de basse fréquence et de courant galvanique. Gidon préconise l'association galvano-faradique pour augmenter la tolérance du patient et favoriser par de petites contractions fasciculaires la pénétration des ions dans les tissus.

Dans le même ordre d'idée, Bernard a préconisé dès 1929, le courant continu faiblement ondulé dans la pratique de « l'ionophorèse » dentaire. Actuellement, il utilise son courant diadynamique amorti dans le but d'augmenter un peu la tolérance du patient ce qui facilite la technique.

IV. DANGERS DE LA BASSE FRÉQUENCE

Sachant la basse tension et les faibles intensités que donnent les appareillages actuels de basse fréquence, il pourrait paraître inutile de parler de dangers possibles. Personnellement, nous avons toujours fait nos expérimentations avec des intensités inférieures à 25 mill. ampères et n'avons jamais eu d'accidents. On peut cependant recommander à titre de précau-

tion de ne pas faire d'applications transthoraciques à gauche surtout si l'on craint d'être en présence d'un cœur fatigué.

Si les applications locales ou régionales peuvent être faites sans aucune crainte, nous n'en dirons pas autant du bain électrique. Celui-ci, en effet, nécessite des intensités qui vont jusqu'à 120 mill. ampères (Apostoli). Il est aujourd'hui abandonné en France mais semble jouir encore d'une certaine faveur en Angleterre et en Allemagne. C'est à lui que l'on doit les cas de morts que l'on relève dans l'histoire clinique des courants de basse fréquence, plus particulièrement dans l'armée allemande pendant la dernière guerre, et qui s'expliquent toujours par une défaillance cardiaque chez les sujets à cœur défectueux.

CHAPITRE VI

QUELQUES RÉSULTATS CLINIQUES

OBSERVATION I. (*Service du Docteur Guilbert*).

Névralgies intercostales.

M. D..., 43 ans.

Blessé de guerre, une balle est entrée dans l'espace sous-claviculaire gauche et sortie dans la région paravertébrale (7^e espace). A toujours souffert de douleurs intercostales depuis sa blessure. Ces douleurs deviennent intolérables en octobre 1933 et obligent la cessation de tout travail; elles s'accompagnent d'ankylose presque complète de l'épaule gauche et d'insomnies. Ce malade se met à fréquenter les hôpitaux à la recherche d'un soulagement, essayant plusieurs thérapeutiques médicamenteuses (salicylate de soude, salicylate de méthyle, algocratine, bains carbo-gazeux, massages, synthol, etc...) sans résultat. A la Salpêtrière, il reçoit 30 séances d'ionisation sans

aucun soulagement. A Lariboisière, 10 séances d'ionisation, plus 12 séances de diathermie sans succès.

En février 1934, nous faisons à ce malade une première application de courant diadynamique : disparition immédiate de la douleur ; l'amélioration persiste 24 heures. Seconde séance trois jours plus tard : les douleurs reviennent moins intenses et plus tardivement. Nous faisons ainsi cinq séances : le malade ne souffre plus et a récupéré l'usage de son bras gauche. Toute flexion du tronc qui lui était impossible est maintenant permise.

Nous avons revu ce malade il y a quelques mois, la guérison persistait.

OBSERVATION II

Rhumatisme chronique.

Mme V..., 64 ans.

Vieux rhumatismes, traités avec succès inégaux depuis plus de vingt ans, quelques saisons à Vichy ayant donné une amélioration légère mais ne persistant pas au bout de quelques mois ; Bourbon-Lachambault sans résultat.

Nous l'examinons en avril 34 : rhumatisme généralisé avec crises aiguës récidivant depuis trois mois ; phénomènes très douloureux ambulatoires, variant

chaque jour. Un jour, la malade souffre d'une épaule, le lendemain douleurs de sciatique ou lumbalgie. Ces douleurs s'exaspèrent la nuit empêchant le sommeil, la marche est très difficile. Nous n'avons pu traiter cette malade que pendant huit jours à raison de une application par jour, plus exceptionnellement une application un soir.

Le résultat a été la sédation presque absolue des douleurs dans la journée dès la première application, et même la nuit après les huit jours de traitement. Le sixième jour la malade a pu faire sans fatigue une marche de cinq kilomètres. La malade ayant dû partir en voyage ensuite nous n'avons pu continuer le traitement. L'amélioration a cependant continué pendant quinze jours, mais s'est atténuée peu à peu ensuite. Sur un cas aussi ancien il aurait fallu certainement des séries d'application successives et plus ou moins espacées pour obtenir un résultat durable.

OBSERVATION III

Rhumatisme chronique.

Mme G..., 49 ans.

Présente une arthrite rhumatismale de l'épaule, du coude, du poignet. Impossibilité de se servir de son bras. Légèrement améliorée par l'air chaud sur-

tout les jours de séances. Trois applications successives de basse fréquence les 1^{er}, 2 et 3 février 1934. La liberté de mouvements est totale et la guérison complète.

OBSERVATION IV. (*Service du Docteur Delherm.*)

Névralgie du plexus brachial.

Mme V..., 30 ans.

A fait à sept ans une fièvre typhoïde qui a été suivie d'une paralysie du membre supérieur droit avec douleurs irradiant dans tout le bras. Traitée jadis à la Salpêtrière avec amélioration notable. Reste ensuite dix ans sans se faire traiter. Puis subit en 1926 différents traitements : diathermie, boue, ondes courtes qui échouent. Nous la voyons en février 1934. Huit séances successives. Le 5 mars, la malade se considère comme guérie. Le résultat a persisté depuis.

OBSERVATION V. (*Service du Docteur Guilbert.*)

Arthrite de l'épaule droite.

Mme G..., 36 ans.

Arthrite rhumatismale ancienne, peu améliorée par des traitements successifs de haute fréquence.

Quatre séances de basse fréquence (21 février 1934 au 7 mars) suivies de guérison.

OBSERVATION VI. (*Service du Docteur Delherm*).

Arthrite traumatique de l'épaule gauché.

M. A..., 31 ans.

Tombe sur l'épaule gauche le 10 janvier. Continue son travail sans consulter. Apparition de douleurs dans l'épaule qui deviennent bientôt persistants et amènent le malade à cesser tout travail. Il subit alors douze séances de massage électrique sans résultat.

Traité par la basse fréquence le 5 mars, quatre séances suffisent pour faire disparaître toute douleur et permettre au blessé de se servir de son bras.

OBSERVATION VII. (*Centre aéronautique d'Orly*).

Néuralgie radiale.

M. X..., officier supérieur.

A la suite d'un refroidissement en avion, cet officier aviateur âgé d'une quarantaine d'années contracte une névrite radiale. L'acuité douloureuse devient telle au bout de quelques jours qu'elle empêche tout sommeil, d'autant plus que la douleur est exacerbée

par la chaleur du lit. Cette douleur est encore accrue dans les heures qui suivent des séances radiothérapiques.

Des applications de basse fréquence (ondulatoire amorti) sont faites sur le trajet du radial et donnent à chaque séance une sédation immédiate de la douleur pour une durée de trois à quatre heures pendant lesquelles le malade peut enfin retrouver son sommeil. Après ce temps, le malade est réveillé par la réapparition de la douleur mais une seconde application lui donne à nouveau trois heures de sommeil. Ce malade, pendant trois semaines, n'a pu dormir que grâce aux applications répétées de basse fréquence. Il put reprendre son activité par la suite mais continua encore assez longtemps les applications de basse fréquence jusqu'à disparition complète des douleurs.

OBSERVATION VIII. (*Service du Docteur Delherm*).

Lombalgie droite.

M. C...,

Lombalgie survenue sans cause connue. La douleur est surtout intense quand le malade est resté assis un certain temps.

Traité du 22 février 1934 au 8 mars. Cinq séances.

Guérison complète (comme test le malade déclare pouvoir rester au cinéma).

OBSERVATION IX. (*Service du Docteur Guilbert*).

Lumbago.

M. G...,

Crise qui dure depuis deux mois traitée médicalement sans résultat.

Deux séances de basse fréquence en janvier 1934 ont suffi pour le faire retrocéder.

OBSERVATION X

Arthralgie du genou.

M. Z..., 23 ans.

Au cours d'un match de football, M. Z..., se fait une luxation méniscale et doit être transporté dans une clinique. Après traitement, l'articulation reste très douloureuse à la marche.

C'est alors qu'est faite une application de « dynamique ». La sédation est telle que le blessé sort le même jour de la clinique. Quelques applications ont suffi pour obtenir la guérison.

OBSERVATION XI. (*Service du Docteur Guilbert*).

Arthrite coxo-fémorale.

Mme C..., 61 ans.

Souffre depuis trois ans, a essayé divers traitements.

En décembre 1933, est améliorée par la diathermie mais les douleurs reparaissent le mois suivant. En février 1934 reçoit quatre applications de basse fréquence. Guérison durable.

OBSERVATION XII

Arthrite du genou gauche.

Mme B..., 39 ans.

A présenté une hydarthrose à la suite d'une chute. Depuis il persiste quelques douleurs à la marche.

Six applications de basse fréquence les ont fait disparaître.

OBSERVATION XIII: (*Service du Docteur Guilbert*).

Séquelles de phlébite bi-latérale.

Mme E..., 44 ans.

A eu une phlébite bi-latérale. Il persiste un œdème douloureux des deux jambes.

Traitée par le courant ondulatoire, est améliorée.

Recommençant à souffrir elle vient se faire faire quatre séances de basse fréquence (sinusoidal) qui l'améliorent très nettement; la marche devient beaucoup moins pénible.

OBSERVATION XIV

Sciatique droite.

M. A..., 37 ans.

Sciatique ancienne non améliorée par des séances successives d'ionisation.

Traité en février 1934. Trois séances de basse fréquence suivies d'amélioration immédiate notable. Mais l'effet ne persiste pas au bout de quelques heures. Résultat donc négatif.

OBSERVATION XV. (*Service du Docteur Guilbert*).

Sciatique droite.

M. P..., 52 ans.

Présente depuis plusieurs années une sciatique dont il souffre périodiquement. N'a pas essayé jusqu'alors de se traiter sérieusement. A l'occasion d'une nouvelle crise nous lui faisons cinq applications

successives de courant. Le malade s'est déclaré guéri. Nous l'avons perdu de vue ensuite.

OBSERVATION XVI

Courbatures lombaires.

Mme Y..., 45 ans.

Consultée pour une grippe, présente une température de 39°3, a absorbé au cours de la journée six comprimés d'aspirine, qui ont eu pour principal effet de compliquer la courbature lombaire de violentes douleurs rénales. Une application d'ondulatoire amorti est faite sur la région lombaire avec huit millis pendant quatre minutes. Dès l'arrêt du courant la malade ne souffre absolument plus et ressent une grande souplesse lombaire. La courbature n'est revenue que le surlendemain matin à la période de défervescence fébrile, mais elle disparut aussitôt une application semblable.

OBSERVATION XVII. (*Centre aéronautique d'Orly*).

Lumbago.

M. B..., 61 ans.

Se présente à nous avec un lumbago datant d'une huitaine de jours. Le malade souffre énormément,

est incapable de se plier, déclare même ne pas pouvoir lacer ses chaussures.

Nous lui faisons immédiatement une première application (diadynamique) : sédation immédiate de la douleur. Le malade se plie jusqu'à toucher presque le sol de ses mains. Il déclare dans les heures qui suivent ne plus ressentir qu'une légère sensation de pesanteur qui disparaît au cours de la deuxième application faite le même jour dans la soirée. Ce lumbago n'a pas récidivé depuis février 1933.

OBSERVATION XVIII. (*Centre aéronautique d'Orly*).

Sciatique.

M. B..., 51 ans.

Le même malade présente deux mois après son lumbago une sciatique gauche à début assez brusque qui l'oblige immédiatement à garder le lit. Il n'est pas traité à ce moment par la basse fréquence et son état ne s'améliorant pas sa famille le fait transporter à l'Hôpital Saint-Georges. Il y reste un mois et y subit un traitement sans résultat (injections de naïodine entre autres). De là il va à la Pitié où il reste seize jours recevant douze injections nouvelles de naïodine. Comme il n'est pas amélioré par ces traitements successifs, il se souvient du résultat obtenu

sur son lumbago et vient au centre d'Orly réclamer un traitement électrique.

Celui-ci a duré trois semaines au bout desquelles la guérison était complète. Les premières applications avaient été suivies d'une sédation de la douleur pendant trois heures environ. Petit à petit, l'amélioration progressait, et dès le huitième jour le malade reprenait son travail. De petites poussées douloureuses survenues depuis ont été régulièrement jugulées par une ou deux applications de basse fréquence.

OBSERVATION XIX. (*Centre aéronautique d'Orly*). .

Arthrite de l'épaule. Lumbago.

M. S..., 48 ans.

A présenté successivement une arthralgie de l'épaule et une lombalgie qu'il attribue à l'humidité de la région d'Orly l'hiver.

Une dizaine d'applications ont suffi pour lui permettre la reprise de son travail.

Le malade s'est fait un peu plus tard une plaie au niveau des dernières phalanges de trois doigts de la main droite. Après guérison, il a persisté une névrite très douloureuse dans cette zone. Deux applications par jour pendant cinq jours ont suffi pour la faire rétrocéder.

OBSERVATION XX. (*Centre aéronautique d'Orly*).

Entorse.

M. L..., 21 ans.

En jouant au rugby le dimanche se fait une entorse du pied droit. Doit s'arrêter immédiatement ; se présente à la consultation le lendemain avec la déformation caractéristique. Pas de fracture.

On commence immédiatement des applications de basse fréquence. Le mercredi le malade quoiqu'encore un peu gêné pouvait reprendre son travail. Le samedi suivant, soit six jours après son accident, il faisait à nouveau du rugby.

OBSERVATION XXI

Entorse.

M. X...,

Se fait une entorse grave du pied droit, ecchymose remontant jusqu'au tiers moyen de la jambe et déformation classique. La radio ne montre pas de trait de fracture mais on soupçonne un gros arrachement ligamentaire. Impotence complète en raison de la violence de la douleur surtout.

Application de courant diadynamique huit heures.

après l'accident. Une séance de cinq minutes. Le malade peut poser le pied à terre sans douleurs.

Deuxième application vingt-quatre heures après l'accident ; la déformation œdémateuse , disparaît en quelques heures, sous l'influence de trois nouvelles applications.

Trois jours après l'accident, malgré la persistance de l'ecchymose étendue, malgré un pronostic de durée d'incapacité beaucoup plus grand le malade reprend son travail.

OBSERVATION XXII. (*Service du Docteur Guilbert*).

Entorse.

Mlle F. ..

Fait une chute le 31 janvier 1934. Impotence presque complète immédiatement.

Trois applications les 1^{er}, 2 et 3 février. Le troisième jour l'œdème a presque entièrement fondu et la malade marche.

OBSERVATION XXIII (*Centre aéronautique d'Orly*)

Anesthésie régionale pour incision d'abcès.

M. F..., 21 ans.

A présenté deux abcès furonculieux consécutifs situés sur la face dorsale du tiers inférieur de l'avant bras

droit. L'anesthésie électrique régionale fut obtenue par la disposition des deux électrodes sur le trajet du nerf radial à dix et quinze centimètres au-dessus des abcès, et le passage d'un courant diadynamique (6/5 de milliampère pendant trois minutes). L'incision a pu être pratiquée sans aucune douleur alors que la simple palpation était absolument intolérable avant l'opération. Le second abcès fut incisé dans les mêmes conditions quatre jours après.

OBSERVATION XXIV. (*Centre aéronautique d'Orly*).

Arthrite alvéolo-dentaire médicamenteuse.

M. C..., 21 ans.

Présente une arthrite médicamenteuse portant sur D1, succédant à un pansement d'acide arsenieux qui n'avait été enlevé que le huitième jour. Deux jours plus tard, la douleur ne se calmant pas, il vient consulter. La première application est suivie de la sédation immédiate de la douleur. Le malade va même reprendre son travail dans un endroit froid et humide. Aussi deux heures après la douleur reparaît.

Le lendemain, une deuxième application est faite avec recommandation d'éviter les refroidissements. La douleur reparaît très légère au bout de trois heures mais une troisième application, faite immédiatement la fait disparaître définitivement.

OBSERVATION XXV

Arthrite alvéolo-dentaire médicamenteuse.

Mme S...

Mme S..., vient nous trouver, présentant une d6 infectée (4^e degré). Un étudiant, la veille, a ouvert la dent, mis des mèche de tricreso-formol dans les canaux, et a fermé par un ciment provisoire. La malade souffre terriblement et n'a pu dormir de la nuit.

Nous ouvrons la dent, et faisons ensuite une application de courant. La malade s'en va calmée. Elle devait nous déclarer le lendemain que la sédation douloureuse avait été complète pendant trois heures. Elle avait souffert mais très légèrement pendant 1 heure ensuite. Puis la douleur s'était calmée définitivement.

OBSERVATION XXVI

Arthrite alvéolo-dentaire.

Mme B..., 42 ans.

Présente une prémolaire supérieure qui maintient un crochet d'appareil prothétique depuis plusieurs années : alvéolyse, mobilité et violente arthrite.

Après deux minutes d'application toute sensation douloureuse spontanée ou provoquée a disparu. Cette sédation dure exactement vingt-quatre heures ; après quoi la malade recommençant à souffrir, on fait une seconde application suivie du même résultat que la première.

Devant l'incurabilité de l'affection on se décide à faire une application plus prolongée (trois minutes) et avec une intensité plus grande, et l'extraction est faite sans douleur avec la seule électro-anesthésie.

OBSERVATION XXVII

Aphte.

M. X..., 24 ans.

A l'occasion d'une consultation dentaire, M. X... nous déclare être très gêné par un aphte qu'il présente sur la muqueuse jugale en regard de G4. Il nous demande de le cautériser au nitrate d'argent. Nous lui conseillons d'essayer une application de basse fréquence. Nous lui faisons d'abord une application sur la muqueuse jugale, directement, le malade se dit encore gêné. Nous faisons alors une application externe sur la joue. Le malade s'en va ne sentant plus rien. Il est revenu le lendemain matin se faire faire une nouvelle application, la première lui ayant laissé douze heure de tranquillité.

OBSERVATION XXVIII. (*Docteur Bouland*).

Arthrite alvéolo-dentaire.

M. M...

Dent de sagesse inférieure droite atteinte de pulpite dévitalisée pour servir de pilier de bridge, reste sensible après ce traitement. Bridge posé après accalmie, mais non supporté : le bridge doit être enlevé et la dent est laissée en observation. Arthrite rebelle, impossibilité de mastication, douleurs dans tout le territoire du maxillaire inférieur : tel est le tableau clinique.

Après trois applications de basse fréquence (électrode double au collet de la dent) à 48 heures d'intervalle l'arthrite s'atténue et disparaît. Le bridge est mis en place et bien supporté.

OBSERVATION XXIX. (*Docteur Bouland*).

Névralgies d'origine dentaire.

Mme C..., 38 ans.

Algies dans la région du maxillaire supérieur droit. A subi des extractions multiples de dents pyorrhéiques. Les douleurs ont persisté après les extractions. A ensuite été traitée pour névralgie

faciale par ionisation sans résultat appréciable. Nous est adressée par un confrère pour essai de thérapeutique par courant sinusoïdal.

Résultat rapide : quatre séances de 3, 4, 6, et 6 minutes à 48 heures d'intervalle. Le traitement a été fait il y a quatre mois, n'a pas eu de récides autres que des douleurs légères de temps à autre qui ne l'ont pas amenée jusqu'ici à demander le secours de nouvelles séances de traitement.

OBSERVATION XXX. (*Docteur Boulaud*).

Alvéolite post-opératoire.

M. B...

A subi une extraction de dent de sagesse inférieure gauche. Extraction chirurgicale faite correctement. Mais le patient doit revenir à Paris le lendemain de l'intervention, il présente : trismus, dysphagie, fièvre, douleurs. Il nous est adressé d'urgence par un confrère. Le trismus est réduit assez facilement par radiothérapie et diathermie et permet l'examen endobuccal. On constate alors amygdalite et gros œdème.

Application locale pendant quatre minutes du courant de basse fréquence : les douleurs diminuent. Quelques heures après, le trismus s'installe à nouveau mais moins accentué et le malade peut pratiquer

des soins antiseptiques. Deuxième application : 24 heures après, puis les phénomènes contribuant à s'amender, troisième application le surlendemain. Tout rentre dans l'ordre progressivement.

OBSERVATION XXXI. (*Docteur Boulaud*).

Alvéolite post opératoire.

Mme N...

A subi une extraction douloureuse d'une dent de sagesse supérieure. Douleurs post-opératoires violentes irradiées à tout l'hémimaxillaire ne cédant que temporairement et partiellement aux analgésiques, insomnies, douleurs continues : thérapeutique classique locale sans effet. Une radio de l'alvéole faite le troisième jour ne montre aucune esquille, aucune racine, simplement des bords alvéolaires traumatisés.

Une application de courants de basse fréquence (électrode double recouverte de coton mouillé de part et d'autre de l'alvéole), est faite pendant quatre minutes. La douleur s'atténue rapidement, elle revient moins vive six heures après. Après une deuxième application de trois minutes faite vingt-quatre heures après la première, la douleur disparaît complètement ; le troisième jour, sans autre traitement, la douleur revient atténuée puis disparaît le quatrième jour.

OBSERVATION XXXII. (*Centre aéronautique d'Orly*).

Extraction dentaire.

M. D..., 40 ans.

A la suite d'un abcès sur une dent de six ans supérieure gauche a subi l'extraction de cette dent sous anesthésie locale à la novocaïne adrénaline. Cette extraction a été suivie d'hémorragie et de phénomènes inflammatoires douloureux. La prémolaire voisine dut être extraite trois jours après. L'anesthésie a été faite par le courant « diadynamique » (3 millis pendant deux minutes). L'opération s'est effectuée sans aucune douleur et n'a été suivie d'aucune réaction post-opératoire.

OBSERVATION XXXIII. (*Centre aéronautique d'Orly*).

Extractions multiples de racines.

M. H... 21 ans.

Le malade se prêtant à l'expérimentation, huit racines furent extraites alternativement sous anesthésie à la novocaïne et sous anesthésie diadynamique. L'hémorragie post-opératoire fut observée systématiquement après toute extraction sous-novocaïne ; par contre, aucune réaction ne suivit l'anesthésie électrique qui, de ce fait, était préférée du patient.

Présenter un recueil d'observations eut été facile. Nous n'avons pas voulu le faire car nous estimons que les quelques succès et mêmes les échecs que nous citons ici suffisent pour justifier nos affirmations tant physiques que physiologiques, en même temps que l'utilité de la basse fréquence dans la thérapeutique électrique moderne.

On a pu noter, dans le traitement des quelques cas que nous avons choisis bien au hasard parmi beaucoup d'autres, l'emploi constant du courant sinusoïdal ou des courants qui en dérivent : l'ondulatoire, l'ondulatoire amorti et le diadynamique. Notre regret est de n'avoir pu essayer en gynécologie ces nouvelles formes de courant, et reprendre les expériences faites jadis par Apostoli, Marquès, abandonnées maintenant. Nous laisserons à d'autres le soin de les vérifier, ne doutant pas qu'elles soient vraies.

CONCLUSIONS

I. L'étude des courants de basse fréquence présente un caractère d'actualité du à la nouveauté de certaines ondes et à la création récente d'appareillages basés sur des principes différents de ceux appliqués il y a quelque vingt ans.

II. L'étude oscillographique permet de connaître, avec précision, la forme des ondes et d'en déduire les caractéristiques d'action physiologique.

III. Les formes d'ondulations dérivées du sinusoïdal n'ont ni la brusquerie, ni la brièveté du faradique et du courant dit de « négativation ». Ce sont de plus les seules qui soient mesurables.

IV. Outre ces raisons, et en accord avec la conception ancienne de D'Arsonval, nous donnons la préférence aux courants sinusoïdaux qui augmentent les échanges respiratoires tissulaires dans des proportions plus considérables et qui, à intensité égale, sont moins douloureux que les ondes faradiques ou rectangulaires.

V. Les actions physiologiques générales des courants de basse fréquence portent sur la sensibilité essentiellement (par antalgie, analgésie, anesthésie), sur la réflectivité, la musculature, la circulation et leur multiplicité paraît être à la base de certaines modifications du métabolisme général.

VI. L'interférence d'ondes déphasées produit des effets de massage « diadynamique » déjà observés par quelques auteurs, effets qui augmentent leur pouvoir électro-anesthésique.

VII. L'expérimentation clinique récente de courants dérivés du sinusoïdal nous a prouvé que leur indication essentielle est bien « la douleur ». En l'affirmant nous ne faisons que répéter D'Arsonval et ceux qui, après lui, ont utilisé la basse fréquence.

Vu:
Le Doyen,
ROUSSY.

Vu :
Le Professeur, Président de thèse,
STROHL

Vu et permis d'imprimer,
Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

- 1881 APOSTOLI. — « Des applications thérapeutiques de l'électricité », *Revue de thérapeutique médico-chirurgicale*.
- 1889 D'ARSONVAL. — « Relation entre la forme de l'excitation électrique et la réaction neuro-musculaire au double point de vue de la physiologie et de la thérapeutique », (*Archives de physiologie*, p. 246).
- 1889 ORTHMANN et BROSE. — « Des applications de l'électricité en gynécologie », Communication à la *Société d'obstétrique de Berlin*.
- 1891 D'ARSONVAL. — « Influence des variations de la force électromotrice sur les effets physiologiques du courant continu », *Société de Biologie*. Compte rendu mai 1891, p. 286.
- « Action physiologique des courants alternatifs », *Société de biologie*. Compte rendu mai 1891, p. 283.
- 1892 D'ARSONVAL. — « La voltaisation sinusoïdale », *Archives de physiologie*, Janvier 1892, p. 59.
- « Sur les effets physiologiques de l'état variable en général et des courants alternatifs en particulier », *Société française de physique*, 20 avril 1892.
- « Sur les effets physiologiques de l'état variable en général et des courants alternatifs en particulier », *Bulletin de la société internationale des électriciens*. Tome IX. Avril 1892.
- 1892 APOSTOLI. — « Note sur les applications du courant sinusoïdal en gynécologie », *Congrès de Bruxelles*.
- 1893 KAPLAN-LAPINA. — *Du courant sinusoïdal en gynécologie*, Thèse, volume 13, n° 161.
- 1893 D'ARSONVAL. — « Effets physiologiques de la voltaisation sinusoïdale », *Archives de physiologie* p. 387.
- 1893 WILLIAM F. HUTCHINSON. — « Emploi de l'électricité comme anesthésique au moyen du rhéotrope chantant », *Société d'Électrothérapie*, août, 1893.

- 1894 OLIVIER (J.). — « Les expériences de M. D'ARSONVAL sur les propriétés physiques et physiologiques des courants alternatifs », *Revue générale des sciences*, 15 mai 1894, n° 9, p. 313.
- 1895 GAUTHIER et LARAT. — « Les courants alternatifs sinusoïdaux en thérapeutique », *Gazette des Hôpitaux*, n° 54.
- 1897 BOISSEAU DU ROCHER. — « Courants à intermittences rapides » *Archives d'Électricité médicale*.
- 1897 APOSTOLI. — « Sur les applications nouvelles du courant ondulatoire en thérapeutique générale. » *Archives d'électricité médicale*, p. 338, Congrès de Moscou, 1897.
— *Deuxième note sur les applications du courant ondulatoire en thérapeutique générale* (octobre 1897).
- 1897-98 MARQUÈS. — *Applications thérapeutiques du courant ondulatoire en gynécologie*, Thèse, volume 30, n° 430.
- 1899 REGNIER. — « Les courants alternatifs de basse fréquence, Congrès de l'A.F.A.S.
- 1900 LEDUC. — « Courants intermittents de basse tension », *B.O.S.E.* mai, 1900.
- 1901 LAQUERRIERE. — « Les courants sinusoïdal et ondulatoire dans le traitement des entorses », *B.O.S.E.* p. 203.
- 1901 PLANET et CHARRIN. — « Traitement électrique des entorses », *B.O.S.E.*
- 1903 MARQUÈS. — « Courant ondulatoire », *B.O.S.E.* p. 5.
- 1903 HERSCHELL. — *Polyphase currents in electrotherapy*, London, Flaister.
- 1906 LEWIS JONES. — *Médical Electricity*, (H.K. Lewis-London).
- 1907 LAQUERRIERE. — *Sur les effets physiologiques du courant ondulé* Reims, 1907.
- 1908 BORDET. — « Les courants ondulés en électrothérapie, *Archives d'électricité médicale*, p. 941.
- 1908 DELHERM et LAQUERRIERE. — « A propos des courants sinusoïdaux ondulés », *Archives d'électricité médicale*, p. 607.
— « Quelques remarques sur l'usage de l'ondulation », *Archives d'électricité médicale*, p. 608.
- 1910 OUDIN. — « La haute fréquence en gynécologie », *Archives d'électricité médicale*.
- 1910 GRADENWITZ. — « L'anesthésie électrique », *Revue générale des Sciences*, 1910.
- 1911 MORTON. — « Traitement électrique de l'atonie des voies digestives », *In bulletin gén. de thérapeutique*.
- 1911 BELOT. — « Courants dits continus fournis par de petits générateurs mécaniques », *B.O.S.E.* p. 186.

- 1913 VON ZEYNECH. — *Étude sur l'action de la H.F.*
- 1916 GENEVOIX. — « Considérations sur l'utilisation du courant sinusoïdal alternatif dans l'électrothérapie de guerre », *Paris Médical*, mai 1916.
- 1928 DELHERM et LAQUERRIÈRE. — *Électrologie*, (Maloine, Paris).
- 1929 DELHERM et LAQUERRIÈRE. — *Les courants continus et les courants faradiques*.
- 1929 CUMBERBATCH (E.P.). — *Essentials of medical electricity*, (Sixth Edition — Kimpton-London).
- 1929 BERNARD. — *Appareillage pour courant continu ondulé*, (Chap. V de « L'Ionophorèse dentaire », Thèse, Lyon).
- 1931 BERNARD. — *L'Ionophorèse dentaire*.
— « Les effets physiques et physiologiques du courant ondulé » *Congrès dentaire international*
- 1932 BERNARD. — « Le courant continu faiblement ondulé », *B.O.S.E.* avril 1932.
- 1932 JACOB. — « Le traitement précoce des entorses par la faradisation », *Société de médecine militaire*, mai 1932.
- 1932 LOUBIER. — « Névrites et diathermie », *B.O.S.E.* p. 19
- 1932 LAVILLE. — « La négativation électrique. Théorie et appareillage », *B.O.S.E.* mai 1932.
- 1933 BERNARD. — « Essai d'interprétation de l'excitabilité physiologique par les actions électriques alternatives en fonction des phénomènes coniques », *B.O.S.E.*, mai 1933.
— « Low frequency currents in dentistry », *Rapports to the American Dental Club*, juin 1933.
— « Sur l'action antalgique de la B.F. », *Journées odontomatologiques de Lille*, 1933.
— « Valeurs thérapeutique des courants de B.F. », *B.O.S.E.* novembre 1933.
— « Précisions sur l'emploi thérapeutique de la B.F. », *B.O.S.E.* décembre 1933.
- 1934 BERNARD. — « Sur une nouvelle forme d'ondulation de B.F. Courant diadynamique », *B.O.S.E.* mai 1934.
- 1934 PASTEUR (F.). — « Le courant faradique redressé », *B.O.S.E.* mai 1934.
- 1934 MARQUÈS. — « L'électrothérapie gynécologique conservatrice », *B.O.S.E.* juin 1934.
- 1934 BERNARD. — « Les acquisitions nouvelles de la thérapeutique de la douleur par la B.F. », *Semaine Odontologique*, 1934.

- 1934 BESSE et MITTENDORF. — « A propos des diverses formes de courants électriques provoquant la contraction musculaire », *Genève et B.O.S.E.* Octobre 1934.
- 1934 AUBOURG-LAVILLE-LE GO. — *La négativation électrique*, Masson Paris.
- 1934 LE GO. — « Les courants exponentiels de B.F. », *B.O.S.E* décembre 1934.
- 1934 DUFLOT. — « Appareillages pour courants exponentiels de B.F. » *B.O.S.E.* décembre 1934.
-

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I. — INTRODUCTION. DÉFINITION ..	11
CHAPITRE II. — HISTORIQUE	14
CHAPITRE III. — BASES PHYSIQUES	24
ÉTUDE OSCILLOGRAPHIQUE	24
I. L'oscillographe de D'Arsonval ...	25
II. Les oscilloscopes de Bernard	26
III. L'oscillographe à rayon cathodique	30
FORME DES COURANTS DE BASSE FRÉQUENCE	32
I. Courants dérivés du faradique	34
II. Courants dérivés du rectangulaire .	36
III. Courants dérivés du sinusoïdal ...	38
CHAPITRE IV. — BASES PHYSIOLOGIQUES	44
I. Fréquence des ondes utilisées	44
II. Leur mécanisme d'action	46
III. Actions physiologiques générales de la basse fréquence	48
IV. Actions particulières dues à la forme ondulatoire	54
CHAPITRE V. — VALEUR THÉRAPEUTIQUE DE LA BASSE FRÉQUENCE	58

I. Les indications	58
II. Les méthodes d'application	67
III. L'association de la basse fréquence à d'autres formes de courants	71
IV. Ses dangers	72
CHAPITRE VI. — QUELQUES RÉSULTATS CLINIQUES	
CONCLUSIONS	74
BIBLIOGRAPHIE	96
	98

